

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 293 464 B1**

12

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

45 Veröffentlichungstag der Patentschrift: **01.06.94**

51 Int. Cl.⁵: **H03J 7/18, H04H 1/00**

21 Anmeldenummer: **88900888.4**

22 Anmeldetag: **21.12.87**

86 Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP87/00814

87 Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 88/04862 (30.06.88 88/14)

Verbunden mit 87118961.9/0275527
(europäische
Anmeldenummer/Veröffentlichungsnummer)
durch Entscheidung vom 08.03.90.

54 **VERFAHREN ZUM ÜBERTRAGEN UND/ODER ZUM EMPFANGSSEITIGEN AUSWERTEN ZUSÄTZLICHER INFORMATIONEN INNERHALB EINES RUNDFUNKSIGNALS.**

30 Priorität: **19.12.86 DE 3643617**
31.07.87 DE 3725487
05.06.87 DE 3718845

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.12.88 Patentblatt 88/49

45 Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
01.06.94 Patentblatt 94/22

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

56 Entgegenhaltungen:
DE-A- 3 034 155
DE-A- 3 222 025
DE-A- 3 432 848
DE-A- 3 448 043

73 Patentinhaber: **TELEFUNKEN Fernseh und
Rundfunk GmbH**
Göttlinger Chaussee 76
D-30453 Hannover(DE)

72 Erfinder: **EINSEL, Robert**
Petersburgstrasse 28
D-3100 Celle(DE)
Erfinder: **SCHARN, Günter**
Süllbergstrasse 18
D-3257 Bennigsen(DE)
Erfinder: **SCHWAIGER, Karl-Helz**
Margaretenanger 16
D-8044 Lohhof(DE)

EP 0 293 464 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Rundfunktechnische Mitteilungen, vol. 30, No.3, May/June 1986, (München, DE), J. Mielke et al.: "Radio-Daten-System-RDS - Gegenwärtiger Entwicklungsstand und Versuchsergebnisse", p. 101-108.

European Broadcasting Union, Tech. 3244-E, March 1984, (Brüssel, BE). "Specifications of the radio data system RDS for VHF/FM sound broadcasting", pages 1-59

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Ein Verfahren der eingangs genannten Art ist aus der DE-C-34 32 848 bekannt. Dort ist vorgeschlagen worden, von allen Sendern einer Sendergruppe eine Folge von Listen alternativer Frequenzen auszustrahlen, wobei jede dieser Listen an ihrem Anfang die Betriebsfrequenz des der betreffenden Liste zugeordneten Senders erhält, um aus der Folge von Listen die jeweils passende und auf den empfangenen Sender optimierte Liste selektieren zu können.

Ein sicherer Empfang einer solchen Folge von Listen setzt jedoch voraus, daß der nachstehend als "Header" bezeichnete Anfang jeder Liste mit der Betriebsfrequenz des der jeweiligen Liste zugeordneten Senders korrekt empfangen wird. Ist dies nicht der Fall - beispielsweise infolge von Störungen durch Mehrwegeempfang -, so können die auf den Header jeder Liste folgenden alternativen Frequenzen empfangsseitig nicht verwertet werden, und zwar auch dann nicht, wenn sie korrekt empfangen werden, denn es kann keine korrekte Zuordnung zu der betreffenden Betriebsfrequenz erfolgen.

Es wurde daher auch schon vorgeschlagen (Firma Blaupunkt-Werke GmbH, Hildesheim), sämtliche alternativen Frequenzen einer Senderkette - die aus mehreren Sendergruppen (z.B. BR-Nord und BR-Süd) bestehen kann - in Form einer Matrix zu übertragen, wobei zu jedem Sender die zugehörigen alternativen Frequenzen als Matrixnachbarn innerhalb der Matrix gruppiert sind. Dieses sog. "Matrixverfahren" hat jedoch den Nachteil, daß infolge der Gruppierungsvorschrift Nachbarn unvermeidlich sein können, welche in Wirklichkeit gar keine im obigen Sinne alternativen Frequenzen sind, so daß empfangsseitig entsprechende Falschabstimmungen auf solche Nachbarn auftreten können. Darüberhinaus ist das Erstellen und das Ändern einer Matrix außerordentlich kompliziert, wobei unter Umständen eine Neubelegung einer freigegebenen Sendefrequenz nur deshalb nicht möglich sein könnte, weil eine bestehende Matrix eine solche Änderung nicht zuließe.

Bei dem - in dem nachfolgend als "EBU-Dokument" bezeichneten Technischen Dokument Doc.Techn. Nr. 3244 der Europäischen Rundfunk-Union spezifizierten - Radio-Daten-System (RDS) ist das Übertragen zusätzlicher Informationen, z.B. das Übertragen alternativer Frequenzen (AF-Code), insbesondere in Form von in einer Liste zusammengefaßten alternativen Frequenzen, als Inhalt eines auf einen 57 kHz-Hilfsträger aufmodulierten Datenstroms vorgesehen. Diese Information ist sowohl beim mobilen Empfang (z.B. bei Autoradios) -

etwa beim Verlassen des Ausstrahlungsbereichs eines Senders - als auch beim stationären Empfang - etwa bei Ausfall oder Störung eines Senders - von Interesse. Bei geeignet ausgebildeten Empfängern mit Speicher lassen sich solche Listen abzuspeichern und so die Zeit zum Einstellen des Empfängers auf die jeweils optimale Frequenz dieser Liste (z.B. nach optimalen Empfangsbedingungen) reduzieren.

Das RDS-Datensignal umfaßt daneben unter anderem eine sogenannte Programme-Identifikation-Information (PI-Code), wobei mit Hilfe des AF-Code unmittelbar und mit Hilfe des PI-Code mittelbar diejenigen alternativen Sendefrequenzen feststellbar sind, auf welchen das Programmsignal der momentanen Empfangsfrequenz ebenfalls empfangbar ist.

Die empfangsseitige Auswertung der alternativen Sendefrequenzen kann in der Weise erfolgen, daß der Empfänger kurzzeitig nacheinander auf die alternativen Frequenzen für jede alternative Frequenz festgestellt wird. Anschließend werden die Empfangsfeldstärken der alternativen Frequenzen und der momentanen Empfangsfrequenz miteinander verglichen, wobei diejenige Frequenz selektiert und als neue Empfangsfrequenz eingestellt wird, welche die höchste gemessene Empfangsfeldstärke liefert (dies kann natürlich auch die bisher eingestellte Empfangsfrequenz sein).

Dabei zeigt sich jedoch das Problem, daß es Fälle gibt, bei denen die Messung der Empfangsfeldstärke - insbesondere bei Mehrwegeempfang - keine zuverlässige Qualitätsaussage über den Empfang bietet. Bei Mehrwegeempfang sind die durch Signaleinbrüche verursachten Empfangsstörungen von den Umwegen, von der momentanen Signalaussteuerung (die von der Programmart - beispielsweise klassische Musik oder Pop-Musik - bestimmt wird) und beim mobilen Empfang von der Fahrzeuggeschwindigkeit abhängig. Ein Empfangssignal, welches durch Mehrwegeempfang gestört ist, kann trotz einer relativ hohen Empfangsfeldstärke zwischen den Signaleinbrüchen subjektiv als außerordentlich störend empfunden werden, wohingegen ein Empfangssignal, welches lediglich durch Rauschen gestört ist, als wesentlich besser empfunden werden kann.

Im Ergebnis kann die geschilderte Auswahl des bestmöglichen Empfangs eines gewählten Programmsignals dazu führen, daß der Empfang dauernd durch Mehrwegeempfangsstörungen beeinträchtigt ist. Dieses unerwünschte Ergebnis läßt sich dadurch nicht wesentlich ändern, daß - etwa mit Hilfe eines zweiten Tuners im Empfänger - auf die alternativen Frequenzen über einen längeren Meßzeitraum abgestimmt wird und die gemessenen Empfangsfeldstärken integriert werden, da auch bei einer solchen Integration in der Regel die

durch Mehrwegeempfang gestörten Empfangssignale eine höhere durchschnittliche Empfangsfeldstärke aufweisen als diejenigen Empfangssignale, welche nur durch Rauschen gestört sind.

Solche Störungen können jedoch nicht nur das Programmsignal beeinträchtigen. Auch die zusätzlichen, beispielsweise im RDS-Datenstrom übertragenen Informationen können in Mitleidenschaft gezogen sein, so daß es empfangsseitig unter Umständen entweder zu langen Wartezeiten bis zum Vorliegen wieder korrekt empfangener RDS-Informationen oder aber zu Fehlinterpretationen kommen kann. Dies fällt im allgemeinen besonders negativ ins Gewicht bei Daten, deren Wiederholzyklus im Datenstrom relativ lang ist.

Ein weiteres Problem bezüglich der Programm-signalqualität hat seine Ursachen in der Sende-netzstruktur in einigen Ländern, insbesondere in solchen Ländern mit einander überlappenden Sende-netzen. Da die von einem Muttersender zentral ausgesendeten digitalen Informationen, etwa eine Liste über Alternative Frequenzen, für den per Ball-empfang vom Muttersender gespeisten Tochter-sender (z.B. Umsetzer) unter Umständen nicht paßt, müßte sie nach dem Ballempfänger ausgefil-tert und durch die für den jeweiligen Tochter-sender zutreffende Liste ersetzt werden. Diese Ausfilterung und Neueinspeisung ist mit erhöhtem Auswand verbunden. Hinzu kommt, daß durch die Filterung auch die Qualität des Programmsignals verschlech-tert wird.

Der Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde, bei den Verfahren der eingangs genann-ten Art die Empfangsqualität zu verbessern.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die in Patentanspruch 1 aufgeführten Merkmale gelöst.

Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, daß die Empfangsqualität zum einen dadurch verbes-sert werden kann, daß die alternativen Frequenzen so übertragen werden, daß sie empfangsseitig si-cherer zu den jeweiligen Senderbetriebsfrequenzen zugeordnet werden können. Dies hat den Vorteil, daß der Empfänger dann im Bedarfsfall schneller auf eine einen besseren Empfang bietende alterna-tive Frequenz abgestimmt werden kann. Dies gilt sogar selbst dann, wenn der Empfänger eine nur geringe Speicherkapazität aufweisen sollte.

Einer Weiterbildung der Erfindung entspre-chend kann die Empfangsqualität dadurch verbes-sert werden, daß für die Beurteilung der Empfangs-qualität nicht oder jedenfalls nicht ausschließlich die Empfangsfeldstärke, sondern akustische und/oder Programmsignalverzerrungen verwendet werden. Dies hat den Vorteil, daß solche alternati-ven Frequenzen, die nur "scheinbar" - nämlich wegen einer höheren Empfangsfeldstärke - einen besseren Empfang bieten, in Wirklichkeit aber vom

Benutzer als schlechter empfunden werden, emp-fangsseitig verworfen werden können.

Liegen die innerhalb des Rundfunksignals übertragenen zusätzlichen Daten wie beim RDS-Datensignal in Form von digitalen Informationen vor, so können als Maß für die Programmsignalver-zerrungen die Bitfehler im RDS-Datensignal heran-gezogen werden. Es hat sich nämlich gezeigt, daß die Bitfehler in dem RDS-Datensignal relativ genau mit den Programmsignalverzerrungen korrelieren, obwohl das Programmsignal im Basisband von 0 bis 53 kHz und das RDS-Datensignal auf einem 57 kHz-Träger mit einem Hub von minimal - 1,2 kHz übertragen werden.

Aufgrund dieser Korrelation läßt sich in Weiter-bildung der Erfindung der Umstand ausnutzen, daß Störungen durch Mehrwegeempfang oder Interfe-renz burstartig auftretende Bitfehler des RDS-Da-tensignals hervorrufen, wohingegen Störungen durch Rauschen gleichförmig verteilte Bitfehler zur Folge haben. Der Grad aller Störungen läßt sich dabei aus der Blockfehlerrate ableiten, welche völ-lig unabhängig vom Dateninhalt ermittelt werden kann.

Ausgehend hiervon wird für eine optimale Aus-wahl der den besten momentanen Empfang ermög-lichenden Frequenz ein Tuner des Empfän-gers nacheinander auf die alternativen Frequenzen sowie auf die eingestellte Empfangsfrequenz in zeitlichen Intervallen abgestimmt. Bei einer etwas komfortableren Empfängerkonzeption ist für eine optimale Auswahl der den besten momentanen Empfang ermöglichenden Frequenz ein zweiter Tu-ner des Empfängers vorgesehen, der nacheinander auf die alternativen Frequenzen sowie auf die ein-gestellte Empfangsfrequenz des ersten Tuners in Intervallen von beispielsweise mindestens 2 Sekun-den abgestimmt wird.

Während dieser - bei der Empfängerkonzep-tion mit zwei Tunern relativ langen - Abstimminter-alle werden für das gesamte empfangene RDS-Datensignal (welches außer den alternativen Fre-quenzen eine Fülle weiterer Informationen enthält) die Bitfehler festgestellt. Anschließend werden die für jede alternative Frequenz und für die momenta-ne Empfangsfrequenz festgestellten Bitfehlervertei-lungen und Blockfehlerraten wie folgt ausgewertet:

Falls alle überprüften Frequenzen nur burstartig oder nur gleichförmig verteilte Bitfehler aufwei-sen, was gleichbedeutend damit ist, daß bei allen Frequenzen Empfangssignalstörungen durch Mehr-wegeempfang, Interferenz oder Rauschen vorlie-gen, werden die zugehörigen Blockfehlerraten mit-einander verglichen, wobei diejenige Frequenz mit der geringsten Blockfehlerrate als optimale Emp-fangsfrequenz ausgewählt wird. Der Tuner des Empfängers - bzw. im Fall des zwei Tuner aufwei-senden Empfängers der erste Tuner - wird dann

auf diese ausgewählte Frequenz abgestimmt, sofern nicht die bereits eingestellte Empfangsfrequenz mit der ausgewählten Frequenz identisch ist.

Für den Fall, daß die überprüften Frequenzen unterschiedliche Störungen, also sowohl durch Rauschen als auch durch Mehrwegeempfang verursachte Bitfehler aufweisen, werden zunächst diejenigen Frequenzen vorselektiert, welche im wesentlichen durch Rauschen und nicht durch Mehrwegeempfang gestört sind, d.h., welche im wesentlichen gleichförmig verteilte Fehler aufweisen. Um stark verrauschte Signale auszuschließen, können nur solche Frequenzen vorselektiert werden, bei deren RDS-Datensignal eine maximal zulässige Blockfehlerrate nicht überschritten wird. Anschließend werden die vorselektierten Frequenzen hinsichtlich ihrer festgestellten Blockfehlerrate miteinander verglichen, wobei wiederum diejenige Frequenz mit der geringsten Blockfehlerrate als optimale Empfangsfrequenz ausgewählt wird.

Die vorstehende Auswahl der optimalen Frequenz kann bei ausreichend langem Meßintervall je alternativer Sendefrequenz ohne Berücksichtigung der jeweiligen Empfangsfeldstärke erfolgen. Insbesondere bei geringeren Meßintervallen kann zusätzlich die Empfangsfeldstärke für die Auswahl herangezogen werden, wobei die Gewichtung zwischen Empfangsfeldstärke einerseits und Signalverzerrungen andererseits empirisch festgelegt werden kann.

Die alternativen Frequenzen können mit Hilfe des PI-Codes oder des AF-Codes oder unter Verwendung und gegebenenfalls Ergänzung - im Falle von Mehrdeutigkeiten oder unvollständiger Übertragung - beider Codes festgestellt werden. Der PI-Code identifiziert Frequenzen, auf welchen dasselbe Programmsignal empfangbar ist. Durch Vergleich des PI-Codes beim Sendersuchlauf kann eine eindeutige Zuordnung von momentaner Empfangsfrequenz und dessen alternative Frequenzen erfolgen. Diese Zuordnung kann aus dem AF-Code unmittelbar entnommen werden. Falls der AF-Code nicht im RDS-Datensignal übertragen wird oder falls der AF-Code fehlerbehaftet ist, können daher die alternativen Frequenzen auch aus dem PI-Code abgeleitet bzw. ergänzt werden.

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es möglich, die mit der Einführung des RDS-Systems und der darin enthaltenen alternativen Frequenzen angestrebten Vorteile eines stets optimalen Empfangs von Rundfunkempfängern (sowohl von mobilen als auch von ortsfesten Rundfunkempfängern) erstmals durch ein völlig neuartiges Konzept zur Ermittlung der optimalen Empfangsqualität zu verwirklichen. Dabei lassen sich mit Hilfe des RDS-Datensignals die Probleme des Mehrwegeempfangs des Nutzsignals in überraschender Weise wesentlich verringern.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist vorgesehen, bei der Folge von einzelnen Listen, die in den digitalen Informationen des RDS-Datenstroms enthalten sind und die ihrerseits den jeweiligen Sendern einer Senderkette zugeordnete oder auf diese jeweiligen Sender optimierte alternative Frequenzen enthalten, die in oder zu jeder Liste vorgesehene Betriebsfrequenz des zugehörigen Senders nicht nur am Anfang der Liste zu übertragen, sondern zusätzlich vor jeder einzelnen alternativen Frequenz der betreffenden Liste, so daß jede alternative Frequenz mit der Betriebsfrequenz "adressiert" ist. Jede Liste besteht somit aus einer Folge digitaler Informationsblöcke, wobei jeder Block aus zwei Informationen besteht. Eine dieser Informationen jedes Blockes ist (bis auf ganz spezielle Ausnahmen) die Betriebsfrequenz des der jeweiligen Liste zugeordneten Senders. Falls daher ein Teil der Liste inkorrekt übertragen oder empfangen wird, können die korrekt empfangenen alternativen Frequenzen infolge ihrer Paarung mit der Betriebsfrequenz eindeutig dem zugehörigen Sender zugeordnet werden und in dessen Liste empfangsseitig einsortiert werden. Da es unwahrscheinlich ist, daß in einer betrachteten Liste stets derselbe Informationsblock gestört ist, kann aus zwei oder drei aufeinanderfolgend empfangenen gestörten Listen desselben Senders die vollständige Liste empfangsseitig gespeichert werden.

Die vorstehend erläuterte Paarung jeder alternativen Frequenz mit der Betriebsfrequenz des der Liste zugeordneten Senders erhöht im Vergleich zu dem Verfahren gemäß der DE-C-34 32 848 die Anzahl der je Liste zu übertragenden Frequenzinformationen auf das Doppelte, wodurch die Zyklusdauer für jede Folge von Listen entsprechend vergrößert wird. Man könnte daher annehmen, daß die Empfangswahrscheinlichkeit und -sicherheit bei einer solchen verlängerten Zyklusdauer eher verschlechtert als verbessert wird. In der Tat wird für das eingangs erwähnte Matrixverfahren als Vorteil gegenüber dem Listenverfahren nach der DE-C-34 32 848 die geringere Zyklusdauer einer Matrix gegenüber einer Folge einzelner Listen geltend gemacht und hieraus eine höhere Empfangssicherheit abgeleitet.

Es muß daher für die Fachwelt überraschen, daß trotz der erheblichen Vergrößerung der Zyklusdauer der erfindungsgemäß übertragenen Folge von Listen die Empfangssicherheit entscheidend höher ist als beim Matrixverfahren und beim gattungsgemäßen Listenverfahren. Der nicht vorhersehbare Grund für diesen überraschenden Vorteil liegt darin, daß infolge der geschilderten Adressierung jeder alternativen Frequenz mit der Betriebsfrequenz auch bei äußerst schlechten Empfangsverhältnissen noch eine sichere Zuordnung der korrekt empfangenen alternativen Frequenzen möglich ist,

was bei den beiden anderen Verfahren nicht der Fall ist, so daß deren kürzere Zyklusdauer in solchen Empfangssituationen nichts nützt.

Weitere Merkmale, Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden nachstehend an drei Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der von jedem Sender einer Senderkette abgestrahlten Folge von Listen alternativer Frequenzen gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 2 zeigt ein Blockschaltbild eines Empfängers für ein Verfahren gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung

Fig. 3 zeigt ein Blockschaltbild eines Empfängers für ein Verfahren gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung

In Fig. 1 ist schematisch ein System von alternativen Listen dargestellt, das als zusätzliche Information eines Rundfunksenders übertragen wird. Im betrachteten Beispielfall wird von einem Rundfunksignal ausgegangen, in welches ein Hilfsträger von 57 kHz eingefügt ist. Der Hilfsträger kann eine Amplitudenmodulation enthalten, welche eine Verkehrsfunkennung zum Inhalt hat. Als Modulation bzw. als weitere Modulation ist dem Hilfsträger ein Datensignal aufgeprägt, welches in einer bestimmten, hier nicht näher interessierenden Weise codiert ist. Dieses Datensignal wird in übereinstimmender Form von sämtlichen Sendern einer Senderkette mit demselben Programm übertragen, beispielsweise von sämtlichen Sendern der Senderkette "Bayern 3" im Versorgungsbereich des Bayerischen Rundfunks (abgekürzt: BR). Das übereinstimmend übertragene Datensignal enthält unter anderem eine Folge von Listen alternativer Frequenzen für sämtliche Sender der Senderkette, im dargestellten Beispielfall die Liste des Senders Nr. 1, die Liste des Senders Nr. 2, die Liste des Senders Nr. 3, bis zur Liste des Senders Nr. 29 für den Fall einer Senderkette mit 29 Sendern. Jede Liste ist auf den jeweiligen Sender speziell zugeschnitten und enthält die für diesen Sender vorgesehenen alternativen Frequenzen, also die Frequenzen derjenigen Sender, welche im Empfangsgebiet des betreffenden Senders alternativ auf demselben Programm empfangbar sind. Beispielsweise kann im Raum München das Programm "Bayern 3" alternativ von dem Sender "Wendelstein" oder dem Sender "Ismaning" empfangen werden. Ist der Empfänger auf den Sender Wendelstein abgestimmt, so kann bei einer Empfangsverschlechterung, z.B. infolge Mehrwegeempfangs, der Empfänger aufgrund seiner Kenntnis über die

"Alternative" Ismaning kurzzeitig auf den Empfänger Ismaning abstimmen und dessen Empfangsfeldstärke überprüfen; ist letztere besser, wird auf den Sender Ismaning umgeschaltet, wobei dieser Prüfvorgang für den Zuhörer praktisch nicht hörbar ist.

Jede Liste besteht aus einer Folge von digitalen Informationsblöcken, welche in Fig. 1 als horizontale Zeilen innerhalb der Liste angedeutet sind. Jeder Informationsblock besteht aus einem Paar von Informationen, wie durch die vertikale Trennung der Liste in eine linke und eine rechte Hälfte angedeutet ist. Der erste, als "Header" bezeichnete Block jeder Liste enthält in der linken Blockhälfte die Anzahl der alternativen Frequenzen innerhalb der betreffenden Liste. Im Falle der Liste des Senders Nr. 1 mit vier alternativen Frequenzen enthält der Header die Zahl # 4, im Falle der Liste des Senders Nr. 29 mit sieben alternativen Frequenzen enthält der Header die Zahl #7. In der rechten Blockhälfte enthält der Header jeder Liste die Betriebsfrequenz des der Liste zugeordneten Senders. Im Falle der Liste des Senders Nr. 1 mit der Betriebsfrequenz 98,5 MHz ist in der rechten Hälfte des Headers die Frequenzinformation 98,5 MHz enthalten. Im Falle der Liste des Senders Nr. 29 mit der Betriebsfrequenz 97,9 MHz wird im Header die Frequenzinformation "97,9 MHz" übertragen.

Was das Vorsehen der Betriebsfrequenz eines Senders am Anfang einer ihn betreffenden Liste von alternativen Frequenzen angeht, so besteht Übereinstimmung mit dem Verfahren gemäß der DE-C-34 32 848. Sofern außerdem eine in dem EBU-Dokument für das Übertragungsformat von alternativen Frequenzen vorgesehene Blockbelegung (Gruppe vom Typ OA) Anwendung fände, würden dort in den auf den Header folgenden Blöcken jeder Liste zwei alternative Frequenzen übertragen, so daß im Falle der Liste Nr. 1 mit vier alternativen Frequenzen auf den Header zwei Blöcke mit $2 \times 2 = 4$ alternativen Frequenzen folgten.

Demgegenüber wird im vorliegenden Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung in jedem auf den Header folgenden Block die der Liste zugeordnete Betriebsfrequenz übertragen, und zwar zusammen mit einer alternativen Frequenz. Diese Paare enthalten somit die Betriebsfrequenz als Adresse für die jeweilige alternative Frequenz, was den schon erwähnten Vorteil hat, daß die Empfangssicherheit drastisch erhöht wird, obwohl die Anzahl der je Liste erforderlichen Blöcke, die auf den Header folgen, verdoppelt wird.

Im Fall der Liste des Senders Nr. 1 müssen nach dem Header - statt zweier Blöcke wie gemäß der vorstehend erwähnten Kombination aus EBU-Dokument und DE-C-34 32 848 - nunmehr vier Blöcke übertragen werden, was eine entsprechende Erhöhung der Übertragungszeit für die Folge

von 29 betrachteten Listen mit sich bringt. Da diese Übertragungszeit gleich der Zyklusdauer jeder Folge von Listen ist, könnte man glauben, daß infolge dieser Verlängerung der Zyklusdauer die Empfangssicherheit bei Übertragungsstörungen verschlechtert wird. Diese Vermutung ist jedoch, wie schon dargelegt, falsch, so daß der überraschende Effekt zu verzeichnen ist, daß bei dem erfindungsgemäßen Verfahren gemäß diesem Ausführungsbeispiel trotz Verlängerung der Zyklusdauer die Empfangssicherheit deutlich gegenüber dem Listenverfahren und dem Matrixverfahren vergrößert ist.

Im Falle von Sendern, deren Betriebsfrequenz nicht im 100 kHz-Raster liegt, sondern dazwischen (sog. Offset-Frequenzen), z.B. 92,85 MHz beträgt, wird im Header der betreffenden Liste nicht die Betriebsfrequenz, sondern eine Sonderinformation, ein sog. "Fillercode" gemäß dem eingangs erwähnten Dokument der Europäischen Rundfunk-Union übertragen. In dem darauf folgenden Block wird zuerst die Offset-Frequenz, z.B. "92,85 MHz" und dann die "Quasi-Betriebsfrequenz", z.B. "92,8 MHz" übertragen. Diese Quasi-Betriebsfrequenz wird in den folgenden Blöcken an erster Stelle als Adresse für die alternativen Frequenzen übertragen.

Eine weitere Abweichung von der in der Zeichnung dargestellten Übertragungsregel für die einzelnen Listen ergibt sich, falls eine der alternativen Frequenzen eine Offset-Frequenz ist. In diesem Falle wird im entsprechenden Block anstelle der Betriebsfrequenz die Offset-Frequenz der alternativen Frequenz übertragen, und zwar zusammen mit der "Quasi-alternativen Frequenz", die im 100 kHz-Raster liegt.

Zur Identifizierung von alternativen Frequenzen solcher Sender, welche im Rahmen von Regionalprogrammen für einige Zeit eines Sendetages oder einer Sendewoche aus der zugeordneten Senderkette herausgeschaltet werden, z.B. Sender, die von 6.00 bis 12.00 Uhr das Programm "Bayern 3", von 12.00 bis 13.30 Uhr das Regionalprogramm "Neues aus Schwaben" und von 13.30 bis 24.00 Uhr wieder das Programm "Bayern 3" übertragen, kann es günstig sein, im zugeordneten Block die Reihenfolge von Betriebsfrequenz und alternativer Frequenz zu vertauschen, also zuerst die alternative Frequenz und dann die Adresse "Betriebsfrequenz" im Block zu übertragen.

Jede Liste ist auf den jeweiligen Sender speziell zugeschnitten und enthält entsprechend der Vereinbarung innerhalb der Europäischen Rundfunk-Union maximal 25 Frequenzen, im Regelfall jedoch erheblich weniger. Am Beginn jeder Liste steht die Betriebsfrequenz des zugehörigen Senders, d.h. bei der Liste des Senders Nr. 1 steht am Anfang die Betriebsfrequenz des Senders Nr. 1,

z.B. 98,5 MHz. Wie erwähnt, wird die dargestellte Folge von 29 Listen von jedem Sender der Senderkette als Datensignal übertragen.

Der Empfänger empfängt und decodiert das übertragene Datensignal, d.h. die Folge von Listen alternativer Frequenzen. Um die für den momentan abgestimmten Sender gültige Liste aus der empfangenen Listenfolge zu selektieren, braucht der Empfänger lediglich die erste Frequenz jeder Liste mit der momentanen Abstimmfrequenz zu vergleichen, was selbst bei 29 Listen in äußerst kurzer Zeit durchführbar ist. Diese Selektion kann entweder im On-Line-Betrieb oder im Off-Line-Betrieb erfolgen, d.h., ohne oder mit Zwischenspeicherung der empfangenen Folge von Listen. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird die selektierte Liste in jedem Falle gespeichert.

Bei der Verarbeitung der empfangenen und ggf. zwischengespeicherten Folge von Listen selektiert der Empfänger diejenige Liste, deren erste Frequenz (gleich Betriebsfrequenz des zugeordneten Senders) mit der momentanen Abstimmfrequenz übereinstimmt. Stimmt die erste Frequenz mehrerer Listen mit der eingestellten Betriebsfrequenz überein, so müssen alle diese Listen selektiert werden. Ausschließlich die selektierte(n) Liste(n) wird (werden) für die anschließende Optimierung der Abstimmung verwendet.

Dieser Abstimmvorgang erfolgt entweder durch einen entsprechenden Befehl des Zuhörers oder automatisch, wenn beispielsweise der momentan empfangene Sender nicht mehr empfangswürdig ist. Bei dem Abstimmvorgang stimmt der Empfänger selbsttätig auf die in der (den) selektierten Liste(n) aufgeführten alternativen Frequenzen ab und selektiert diejenige alternative Frequenz, welche den bestmöglichen Empfang bietet. Mit Hilfe des übertragenen Datensignals RDS läßt sich auch bei Senderketten mit mehr als der festgelegten maximalen Anzahl von alternativen Frequenzen eine rasche Optimierung der Abstimmung mobiler Empfänger durchführen, ohne daß eine Ausfilterung und Neueinspeisung von Frequenzlisten am Standort von Tochtersendern erforderlich wird.

Fig. 2 zeigt ein Blockschaltbild eines Empfängers für ein Verfahren gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Dabei wird auf das anhand von Fig. 1 beschriebene System Bezug genommen.

Die mit einer Antenne 1 empfangenen, zusätzliche Daten enthaltenden Rundfunksignale werden einerseits einem Tuner 2 und andererseits einem Tuner 3 zugeführt. Der Tuner 2 ist Teil eines Rundfunkempfangsgeräts mit einem Zwischenfrequenzverstärker 4 für die vom Tuner gelieferte Zwischenfrequenz sowie mit einem Demodulator 5 für die Rückgewinnung der Niederfrequenzsignale und mit einem Verstärker 6 für die Niederfrequenzsignale,

sowie mit einem Lautsprecher 7 für die akustische Wiedergabe. An den Signalweg, z.B. an den Ausgang des Tuners 2, ist eine Schaltung 10 zur Selektion des 57 kHz-Trägers angeschlossen, der mit einer Schaltung 11 zur Rückgewinnung der Daten verbunden ist. Die Daten werden einem Speicher 12 zugeführt. In diesen Speicher 12 werden ständig die alternativen Frequenzen (AF) des vom Tuner 2 empfangenen Betriebsfrequenzsenders eingelesen.

Der Tuner 3 dient zur ständigen Abtastung der vom Tuner 2 empfangbaren Frequenzbereiche. Seine hoch- oder zwischenfrequenten Ausgangssignale werden ebenfalls dem Speicher 12 zugeführt. Die vom Tuner 3 abgetasteten Frequenzen werden ständig mit den entsprechend gespeicherten Frequenzen verglichen, um ein Maß für den momentan am besten zu empfangenden Sender zu schaffen. Die vom Tuner 3 jeweils einzustellende Frequenz wird vom Speicher 12 mittels eines Mikroprozessors 13 über eine Leitung 14 bestimmt und der Tuner 3 entsprechend abgestimmt.

Eine Schaltung 15 dient zur Messung der Feldstärke des jeweils empfangenen Senders. Sobald die Feldstärkemessung ergibt, daß die Signale eines anderen Senders eine größere Feldstärke haben als der vom Tuner 2 eingestellte Betriebsfrequenzsender, wird der Tuner 2 über eine Leitung 16 auf den Sender momentan größerer Feldstärke umgestellt.

Bei der soweit beschriebenen Schaltung ist es möglich, daß aufgrund von Interferenzen, z.B. solchen, die durch Reflexionen verursacht werden, Verzerrungen des akustisch wiedergegebenen Audiosignals auftreten. Solche Interferenzen treten meist in der Nähe sehr starker Sender auf. Auch kann durch eine große Feldstärke am momentanen Empfangsort eine Übersteuerung des Empfängers eintreten, durch die die akustische Wiedergabe verzerrt wird.

Bei bekannten Verfahren, beispielsweise nach der DE-C 34 48 043, wird nach Auswahl eines Senders eine vollautomatische Abstimmung ohne Mitwirkung des Benutzers auf denjenigen Sender mit demselben Programm ermöglicht, welcher am momentanen Empfängerstandort am bestem empfangbar ist, d.h. die größte Feldstärke liefert.

Zu diesem Zweck wird jeder Sender nicht nur seine eigene Liste, sondern sequentiell auch die Listen aller weiteren Sender derselben Senderkette ausstrahlen, wobei die Betriebsfrequenzen der einzelnen Sender jeweils am Anfang der einzelnen Listen stehen. Der Empfänger kann so nach erfolgtem Empfang aller Listen aufgrund seiner momentanen Abstimmfrequenz die zu dem momentan eingestellten Sender gehörende Liste selektieren, indem er die Abstimmfrequenz mit der ersten Frequenz jeder Liste innerhalb der Listenfolge ver-

gleicht. Ferner erkennt der Empfänger auch die alternativen Frequenzen, auf denen er bei Verlassen des Versorgungsbereichs des momentan eingestellten Senders das gleiche Programm weiter empfangen kann, ohne daß er die alternativen Frequenzen der übrigen Listen prüfen muß. Das Umschalten auf einen anderen Sender derselben Senderkette kann auf diese Weise in der Regel sehr rasch durchgeführt werden.

Doch gerade beim Empfang von Sendern mit großer anstehender Feldstärke kann die akustische Wiedergabe verzerrt sein kann. Das kann beispielsweise auf einer Übersteuerung infolge zu starker Empfangsfeldstärke beruhen oder auf Interferenzerscheinungen durch Reflexionen.

Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel gemäß der Erfindung ist daher vorgesehen, eine Sendereinstellung unter Beibehaltung der automatischen Umschaltung auf andere dasselbe Programm ausstrahlende Sender zu ermöglichen, bei der akustische Verzerrungen bei der Wiedergabe weitgehend vermieden oder verringert werden.

Durch einen Schalter 17 wird in dem Mikroprozessor 13 ein Schaltzustand erzeugt, bei dem nicht der stärkste Sender, sondern ein schwächerer Sender, insbesondere der zweitstärkste Sender für den Vergleich mit dem jeweils eingestellten Betriebsfrequenzsender herangezogen wird.

Durch zusätzliche Ausbildung des Schalters 17 als Rückstelltaste wird erreicht, daß die Einstellung des Gerätes auf Sender kleinerer als der momentanen größten Feldstärke widerrufen werden kann, wenn die Nahzone oder Störzone des Senders verlassen wird. Ein mehrmaliger Schaltvorgang wird so erleichtert möglich. Die Wirkung des Schalters 17 auf den Mikroprozessor 13 kann auch so ausgelegt sein, daß durch mehrmaliges kurzes Antippen von Schalter 17 alle Sender entsprechend der gespeicherten alternativen Liste nacheinander mit fallender Feldstärke einstellbar sind. Durch ein längeres Betätigen von Schalter 17 z.B. über mehrere Sekunden kann der Rücksetzvorgang ausgelöst werden.

Der Tuner 3 kann im Fig. 2 eine andere Ausführung haben als der Tuner 2, da seine eigentliche Aufgabe nur das Abtasten des Frequenzbandes zur Kontrolle evtl. stärkerer Sender ist. Eine Signalqualität muß also nicht erreicht werden.

Es ist auch möglich, bei Verwendung von nur einem Tuner eine Feldstärkenumschaltung in der beschriebenen Form durchzuführen, wobei allerdings für den Benutzer während des Abfragevorganges Sender mit geringeren Feldstärken empfangen werden können.

Fig. 3 zeigt in einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung eine Abwandlung der in Fig. 2 dargestellten Schaltung, bei der zwei gleichwertige Tuner 2 und 3 in zwei getrennte Empfängerzüge A,

B eingeschaltet sind, die jeder ein NF-Ausgangssignal NF_A , NF_B zu einem NF-Schalter 18 liefern, der jeweils eines der beiden Signale zum NF-Verstärker 6 und Lautsprecher 7 weiterleitet. Aus dem Tuner 2 werden die Datensignale (z.B. aus dem RDS-Datenstrom) mittels der Auswahlschaltung 10, 11 selektiert und dem Speicher 12 mit Mikroprozessor 13 zugeführt. Aus dem Tuner 3 werden ebenfalls die Datensignale selektiert und dem Speicher 12 mit Mikroprozessor 13 zugeführt. Tuner 2 ist durch manuelle bzw. willkürliche Eingabe abstimmbare. Tuner 3 wird durch den Speicher 12 bzw. den Mikroprozessor 13 über Leitung 14 entsprechend der gespeicherten alternativen Liste abgefragt.

Die Erkennung des jeweiligen Senders mit der größten Feldstärke erfolgt in Schaltung 15 durch Vergleich der empfangenen Signale vom Tuner 2 und Tuner 3. Für den Fall, daß mit dem Tuner 2 nicht der Sender mit der optimal zu empfangenden Feldstärke eingestellt ist, übernimmt der Tuner 3 diesen feldstärksten Sender, und dessen NF-Ausgangssignal NF_B wird über den Schalter 18 an dem NF-Verstärker 6 und Lautsprecher 7 gelegt.

In diesem Schaltzustand wird Tuner 2 über Leitung 20 vom Mikroprozessor 12/13 entsprechend der in den alternativen Listen gespeicherten Frequenzen abgefragt.

Die NF-Signale NF_A und NF_B werden einer Schaltung 19 zum Vergleich der Modulation beider Signale zugeführt. In dieser Modulationsvergleichsschaltung wird der Modulationsinhalt des mit der größten Feldstärke eingestellten Senders mit dem Modulationsinhalt der aus der alternativen Liste ausgewählten Sender verglichen. Zweckmäßigerweise erfolgt dieser Vergleich jeweils mit dem zweitstärksten Sender aus der Liste.

Der Vergleich kann durch direkten Vergleich des zeitlichen Verlaufes der Niederfrequenzspannung oder durch Vergleich der Hüllkurven der beiden NF-Signale geschehen. Zeigt dabei der Sender mit der größeren Feldstärke durch Reflektionseinwirkung Modulationseinbrüche oder Modulationsvertiefungen und Abkappungen der NF durch Übersteuerung, wird automatisch Schalter 18 durch den Mikroprozessor 12/13 auf den zweitstärksten Sender umgeschaltet, so daß die Verzerrungen für den Nutzer nicht erkennbar sind. Sind beide Signale identisch, bleibt der Sender mit der jeweils größeren Feldstärke angeschaltet. In der Folge kann der Schalter 18 ständig von dem gerade wirksamen Empfänger A, B auf den jeweils anderen Empfänger B, A umgeschaltet werden in Abhängigkeit von der Steuerung des Mikroprozessors. Lediglich bei manueller oder anderer Eingabe durch den Nutzer wird Tuner 2 wieder zunächst bevorrechtigt, um dann weiter der automatischen, RDS-gesteuerten Betriebsweise unterworfen zu werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Übertragen digitaler Informationen innerhalb eines Rundfunksignals als Abstimmhilfe beim Rundfunkempfang, bei dem die digitalen Informationen eine Folge von einzelnen, den jeweiligen Sendern einer Senderkette zugeordneten oder auf diese jeweiligen Sender optimierten Listen alternativer Frequenzen enthalten, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei Übertragung jeder Liste als Folge digitaler Blöcke mit jeweils zwei digitalen Informationen je Block in der Regel
 - a) im ersten Block jeder einzelnen Liste eine Information über die Anzahl der alternativen Frequenzen der jeweiligen Liste sowie die Betriebsfrequenz des der jeweiligen Liste zugeordneten Senders, und
 - b) in den restlichen Blöcken jeder einzelnen Liste jeweils die Betriebsfrequenz des der jeweiligen Liste zugeordneten Senders sowie die alternative Frequenz übertragen werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß empfangsseitig die in dem ersten Block und/oder in den restlichen Blöcken jeder Liste übertragene Betriebsfrequenz zur Zuordnung der alternativen Frequenzen zu der betreffenden Senderkette im Sinne einer eindeutigen, störsicheren Adressierung benutzt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß von den empfangenen alternativen Frequenzen aller Frequenzlisten nur diejenigen alternativen Frequenzen gespeichert und/oder für die Abstimmung verwendet werden, deren jeweils zugeordnete Betriebsfrequenz mit der momentan eingestellten Empfangsfrequenz des Rundfunkempfängers übereinstimmt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß in den restlichen Blöcken die Betriebsfrequenz der jeweiligen alternativen Frequenz vorangestellt oder nachgestellt ist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die empfangenen digitalen Informationen einer Fehlerkorrektur unterzogen werden und daß eine nach Maßgabe der fehlerkorrigierten digitalen Informationen erfolgende Adressierung der alternativen Frequenzen aufgrund der in oder zu jeder Liste - gegebenenfalls mehrfach - übertragenen Senderbetriebsfrequenz vorgenommen

- wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei den empfangenen digitalen Informationen festgestellte Bitfehler zur Qualitätsbewertung allein oder zusätzlich zur Empfangsfeldstärke herangezogen werden.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bitfehler dahingehend zur Bewertung von Programmsignalverzerrungen herangezogen werden, daß
- bei burstartig auftretenden Bitfehlern Störungen durch Mehrwegeempfang oder Interferenz vorliegen;
 - bei gleichförmig verteilten Fehlern Störungen durch Rauschen vorliegen;
 - der Grad aller Störungen aus der Blockfehlerrate des in Blöcken strukturierten RDS-Datensignals abgeleitet wird, und wobei aus den für jede alternative Sendefrequenz sowie für die momentane Empfangsfrequenz ermittelten Bitfehlern folgende Auswahlentscheidungen abgeleitet werden:
 - falls alle überprüften Frequenzen im wesentlichen nur burstartig oder nur gleichförmig verteilte Bitfehler aufweisen, werden sie hinsichtlich ihrer Blockfehlerrate miteinander verglichen, wobei diejenige Frequenz mit der geringsten Blockfehlerrate für die Empfängerabstimmung selektiert wird;
 - falls die überprüften Frequenzen unterschiedliche Bitfehlerverteilungen aufweisen, werden zunächst diejenigen Frequenzen vorselektiert, welche im wesentlichen nur gleichförmig verteilte Bitfehler aufweisen - gegebenenfalls abhängig davon, daß bei diesen Frequenzen eine festgelegte, maximal zulässige Blockfehlerrate nicht überschritten wird -, und anschließend werden die vorselektierten Frequenzen hinsichtlich ihrer Blockfehlerrate miteinander verglichen, wobei diejenige vorselektierte Frequenz mit der geringsten Blockfehlerrate für die Empfängerabstimmung selektiert wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß empfangsseitig die den momentan bestmöglichen Empfang bietende alternative Frequenz dahingehend überprüft wird, ob sie eine akustisch akzeptable Wiedergabe ermöglicht, und daß für den Fall, daß die überprüfte alternative Frequenz nur eine akustisch verzerrte Wiedergabe ermöglicht, eine andere alternative Frequenz gewählt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Wahl einer anderen alternativen Frequenz manuell einstellbare Mittel verwendet werden.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Wahl einer anderen alternativen Frequenz von einem Signal einstellbare Mittel verwendet werden, wobei das genannte Signal - gegebenenfalls auch unterschiedlich gewichtet - sowohl aus dem Vergleich empfangener Feldstärken als auch aus dem Vergleich von den Feldstärken zugeordneten niederfrequenten Verzerrungen abgeleitet ist.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß empfangsseitig die alternativen Frequenzen durch Auswerten eines in dem digitalen RDS-Datensignal enthaltenen Codes für die Programm-Identifikation (PI-Code) festgestellt werden, wobei das Empfangsteil einen Sendersuchlauf durchführt und die PI-Codes der auf den einzelnen Senderefrequenzen empfangenen RDS-Datensignale dahingehend verglichen werden, daß gleiche PI-Codes diejenigen Frequenzen identifizieren, auf welchen dasselbe Programmsignal empfangbar ist.

Claims

- A process for the transfer of items of digital information within a broadcast signal as tuning aid in the broadcast reception, wherein the items of digital information contain a sequence of individual lists of alternative frequencies assigned to the respective transmitters of a chain of transmitters or optimized in respect of these respective transmitters, characterised in that in the transfer of each list as a sequence of digital blocks with in each case two items of digital information per block, generally
 - in the first block of each individual list an item of information relating to the number of the alternative frequencies of the respective list and the operating frequency of the transmitter assigned to the respective list and
 - in the remaining blocks of each individual list the respective operating frequency of the transmitter assigned to the respective list and the alternative frequency are transferred.
- A process as claimed in Claim 1, characterised in that at the receiving end the operating frequency transferred in the first block and/or in

the remaining blocks of each list is used to assign the alternative frequencies to the respective chain of transmitters in terms of clearly defined, disturbance-free addressing.

3. A process as claimed in Claim 1 or 2, characterised in that of the received alternative frequencies of all the lists of frequencies, only those alternative frequencies whose respective assigned operating frequency is identical to the instantaneously set receiving frequency of the broadcast receiver are stored and/or used for the tuning.
4. A process as claimed in one of Claims 1 to 3, characterised in that in the remaining blocks the operating frequency precedes or follows the respective alternative frequency.
5. A process as claimed in one of Claims 1 to 4, characterised in that the received items of digital information are subjected to error correction and that an addressing of the alternative frequencies, carried out in accordance with the error-corrected items of digital information, is performed on the basis of the transmitter operating frequency transferred - optionally several times - in or with each list.
6. A process as claimed in Claim 5, characterised in that bit errors detected in the received items of digital information are used for quality evaluation alone or in addition to the receiving field strength.
7. A process as claimed in Claim 6, characterised in that the bit errors are used to evaluate programme signal distortions inasmuch as
- disturbances due to multipath reception or interference are present in the case of bit errors occurring in the form of bursts;
 - disturbances due to noise are present in the case of uniformly distributed errors;
 - the degree of all the disturbances is deduced from the block error rate of the RDS (radio-data-system) data signal structured in blocks,
- and wherein the following selection decisions are deduced from the bit errors determined for each alternative transmitting frequency and for the instantaneous receiving frequency:
- if all the checked frequencies exhibit bit errors which substantially are distributed only in the form of bursts or only uniformly, they are compared with one another in respect of their block error rate, where the frequency with the lowest block error rate is selected for the receiver tuning;

e) if the checked frequencies exhibit different bit error distributions, initially those frequencies which exhibit substantially only uniformly distributed bit errors are preselected - optionally in dependence upon the fact that at these frequencies a specified, maximum permissible block error rate is not exceeded - whereupon the preselected frequencies are compared with one another in respect of their block error rate, where the preselected frequency with the lowest block error rate is selected for the receiver tuning.

8. A process as claimed in one of Claims 1 to 7, characterised in that at the receiving end the alternative frequency which offers the instantaneously best possible reception is checked to determine whether it permits an acoustically acceptable reproduction, and that in the event that the checked alternative frequency only permits an acoustically distorted reproduction, a different alternative frequency is selected.
9. A process as claimed in Claim 8, characterised in that manually adjustable means are used to select a different alternative frequency.
10. A process as claimed in Claim 8 or 9, characterised in that means adjustable by a signal are used to select a different alternative frequency, where the said signal - optionally also differently weighted - is derived both from the comparison of received field strengths and also from the comparison of low-frequency distortions assigned to the field strengths.
11. A process as claimed in one of Claims 1 to 10, characterised in that at the receiving end the alternative frequencies are determined by analyzing a code for the programme identification (PI code) contained in the digital RDS data signal, where the receiving end executes a transmitter search run and the PI codes of the RDS data signals received on the individual transmitter frequencies are compared with the effect that identical PI codes identify those frequencies on which the same programme signal can be received.

Revendications

- Procédé pour transmettre des informations numériques à l'intérieur d'un signal de radiodiffusion comme auxiliaire d'accord lors de la réception radiophonique, dans lequel les informations numériques contiennent une séquence de différentes fréquences alternatives affectées aux émetteurs respectifs d'une chaîne d'émet-

- teurs ou optimisées sur ces émetteurs respectifs, **caractérisé en ce** que, lors de la transmission de chaque liste comme séquence de blocs numériques avec respectivement deux informations numériques par bloc en règle générale
- a) dans le premier bloc de chaque liste individuelle une information sur le nombre des fréquences alternatives de la liste respective ainsi que la fréquence de service de l'émetteur affecté à la liste respective et
 - b) dans les blocs qui restent de chaque liste individuelle respectivement la fréquence de service de l'émetteur affecté à la liste respective ainsi que la fréquence alternative sont transmises.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce** que, côté réception, la fréquence de service transmise dans le premier bloc et/ou dans les blocs qui restent de chaque liste est utilisée pour l'affectation des fréquences alternatives à la chaîne d'émetteurs concernée dans l'esprit d'un adressage univoque résistant aux perturbations.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce** que, parmi les fréquences alternatives reçues de toutes les listes de fréquences, seules les fréquences alternatives dont la fréquence de service qui leur est respectivement affectée coïncide avec la fréquence de réception du récepteur de radiodiffusion réglée momentanément sont mémorisées et/ou utilisées pour l'accord.
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce** que dans les blocs qui restent la fréquence de service est soit placée devant, soit derrière la fréquence alternative respective.
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce** que les informations numériques reçues sont soumises à une correction d'erreurs et qu'un adressage des fréquences alternatives, qui se fait au fur et à mesure des informations numériques dont les erreurs sont corrigées, est effectué en raison de la fréquence de service de l'émetteur qui est transmise - le cas échéant plusieurs fois - dans ou pour chaque liste.
6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce** que des erreurs de bit constatées dans les informations numériques reçues sont utilisées pour l'évaluation de la qualité seulement ou en plus de l'intensité du champ de réception.

tion.

7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce** que les erreurs de bits sont utilisées pour évaluer les distorsions de signal de programme de telle manière que
- a) pour des erreurs de bits qui apparaissent de type salve, il y a des perturbations dûes à la réception à plusieurs voies ou à l'interférence ;
 - b) pour des erreurs réparties uniformément, il y a des perturbations dûes au bruit ;
 - c) le degré de toutes les perturbations est dérivé du taux d'erreurs de blocs du signal de données SDR structuré en blocs, et les décisions de sélection suivantes étant dérivées des erreurs de bits détectées pour chaque fréquence d'émission alternative ainsi que pour la fréquence de réception momentanée :
 - d) au cas où toutes les fréquences vérifiées ne présentent essentiellement que des erreurs de bits de type salve ou que des erreurs de bits réparties uniformément, elles sont comparées l'une à l'autre pour ce qui est de leur taux d'erreurs de blocs, la fréquence avec le plus faible taux d'erreurs de bloc étant sélectionnée pour l'accord du récepteur ;
 - e) au cas où les fréquences vérifiées présentent différentes répartitions d'erreurs de bits, les fréquences qui présentent essentiellement uniquement des erreurs de bits réparties uniformément sont tout d'abord présélectionnées - le cas échéant, en fonction du fait que, pour ces fréquences, un taux d'erreurs de bloc maximal admissible fixé n'est pas dépassé - et ensuite les fréquences présélectionnées sont comparées l'une à l'autre pour ce qui est de leur taux d'erreurs de blocs, la fréquence présélectionnée avec le plus faible taux d'erreurs de bloc étant sélectionnée pour l'accord du récepteur.
8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce** que, côté réception, la fréquence alternative qui offre la meilleure réception possible momentanément est vérifiée pour voir si elle permet une restitution acceptable acoustiquement et que, pour le cas où la fréquence alternative vérifiée ne permet qu'une restitution déformée acoustiquement, une autre fréquence alternative est sélectionnée.
9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce** que des moyens réglables manuellement sont utilisés pour sélectionner une autre

fréquence alternative.

10. Procédé selon la revendication 8 ou 9, **caractérisé en ce** que des moyens réglables par un signal sont utilisés pour sélectionner une autre fréquence alternative, le signal mentionné - le cas échéant également pondéré différemment - étant dérivé aussi bien de la comparaison des intensités de champ reçues que de la comparaison des distorsions à basse fréquence affectées aux intensités de champ. 5 10
11. Procédé selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce** que, côté réception, les fréquences alternatives sont constatées par évaluation d'un code contenu dans le signal de données numériques SDR pour l'identification du programme (code IP), la partie réception effectuant une recherche d'émetteurs et comparant les codes IP des signaux de données SDR reçus sur les différentes fréquences des émetteurs de telle manière que les mêmes codes IP identifient les fréquences sur lesquelles le même signal de programme peut être reçu. 15 20 25

30

35

40

45

50

55

13

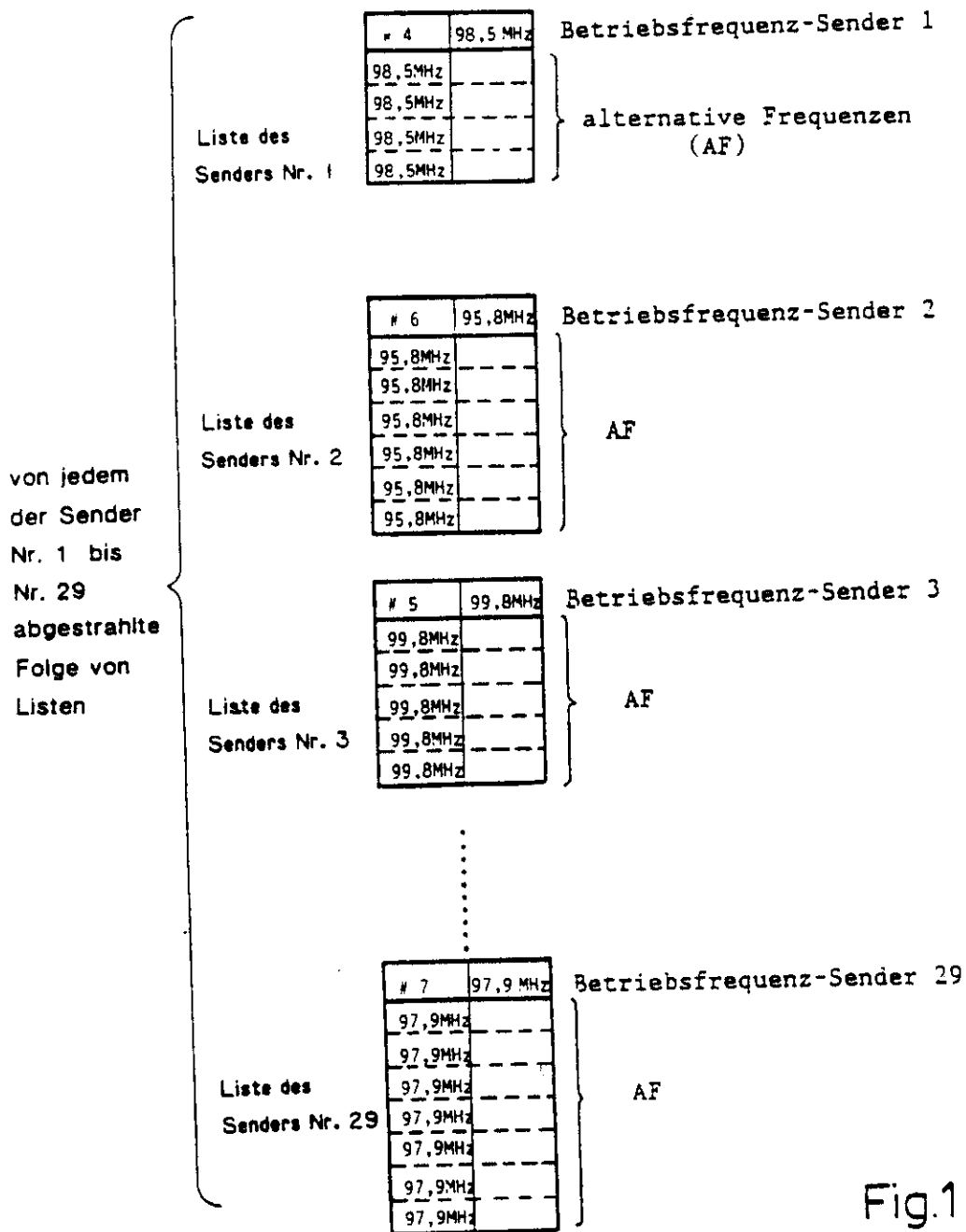


Fig.1

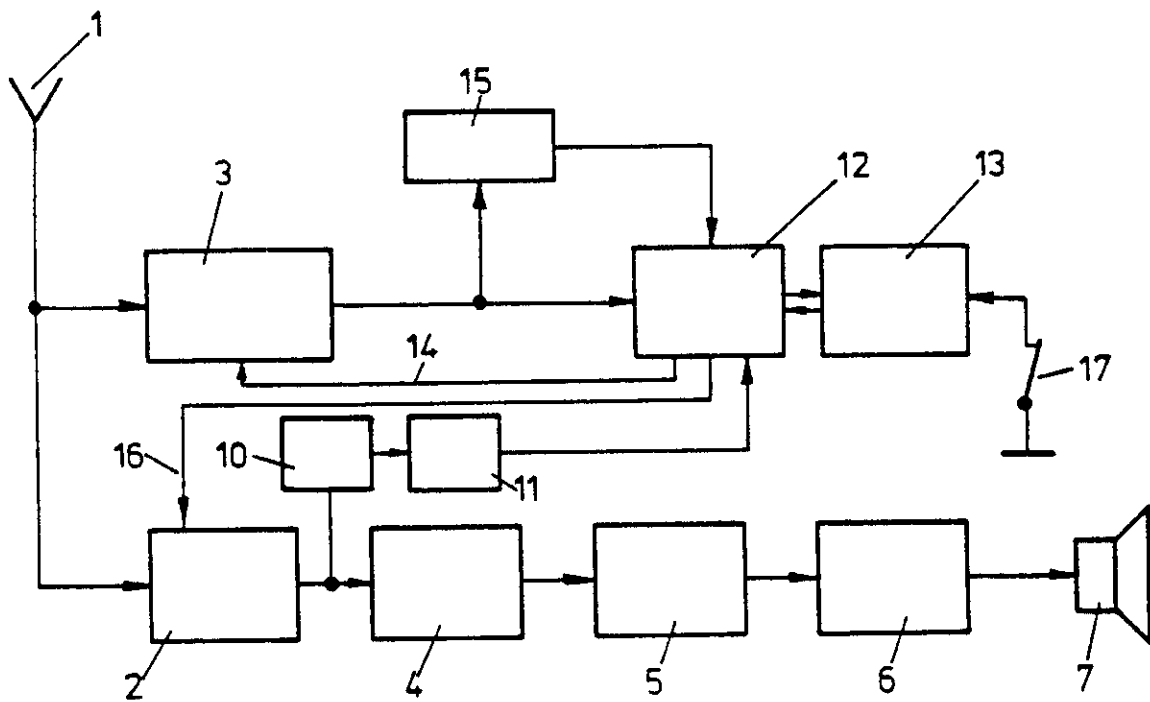


Fig.2

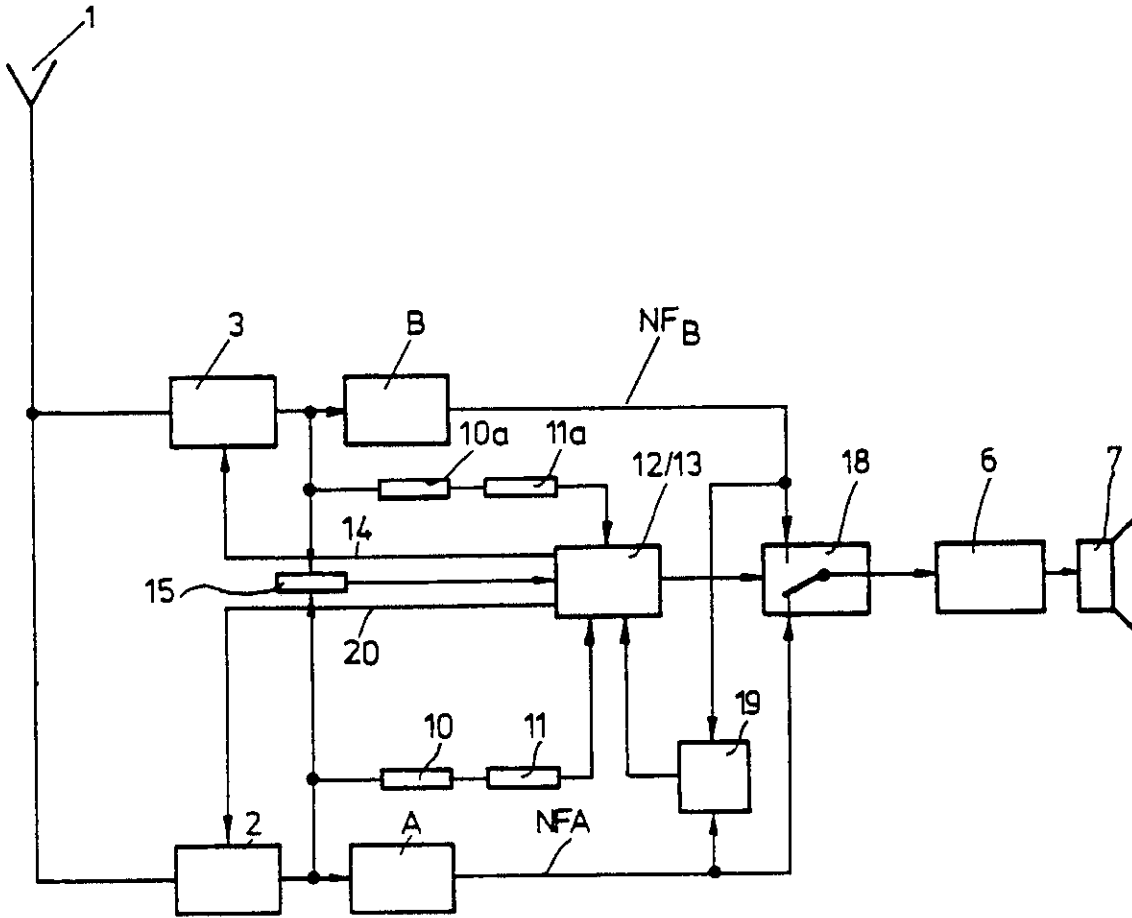


Fig.3

REGISTER ENTRY FOR EP0293464 ✓

European Application No EP88900888.4 filing date 21.12.1987

Application in German

Priorities claimed:

19.12.1986 in Federal Republic of Germany - doc: 3643617

31.07.1987 in Federal Republic of Germany - doc: 3725487

05.06.1987 in Federal Republic of Germany - doc: 3718845

Divisional EP93116790.2

PCT EUROPEAN PHASE

PCT Application PCT/EP87/00814 Publication No W088/04862 on 30.06.1988

Designated States BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE AT

Title PROCESS FOR TRANSMITTING AND/OR EVALUATING ON THE RECEIVER SIDE
INFORMATION INSIDE A RADIO SIGNAL.

Applicant/Proprietor

TELEFUNKEN FERNSEH UND RUNDFUNK GMBH, Göttinger Chaussee 76, D-3000

Hannover 91, Federal Republic of Germany [ADP No. 50871573001]

Inventors

ROBERT EINSEL, Petersburgstrasse 28, D-3100 Celle, Federal Republic of

Germany [ADP No. 55612469001]

GÜNTER SCHARN, Süllbergstrasse 18, D-3257 Bennigsen, Federal Republic of

Germany [ADP No. 56183254001]

KARL-HEINZ SCHWAIGER, Margaretenanger 16, D-8044 Lohhof, Federal Republic

of Germany [ADP No. 56183262001]

Classified to

H03J H04H

Address for Service

WILLIAMS, POWELL & ASSOCIATES, 34 Tavistock Street, LONDON, WC2E 7PB,

United Kingdom [ADP No. 05830310001]

EPO Representative

DIPL.-ING. PETER KÖRNER, TELEFUNKEN Fernseh und Rundfunk GmbH Patent- und

Lizenzabteilung Göttinger Chaussee 76, D-3000 Hannover 91, Federal

Republic of Germany [ADP No. 50083245001]

Publication No EP0293464 dated 07.12.1988 and granted by EPO 01.06.1994.

Publication in German

Examination requested 05.07.1988

Patent Granted with effect from 01.06.1994 (Section 25(1)) with title PROCESS
FOR TRANSMITTING AND/OR EVALUATING ON THE RECEIVER SIDE INFORMATION INSIDE
A RADIO SIGNAL. Translation filed 27.06.1994

28.03.1990 Consolidated with 87118961.9/0275527 (European application
No./publication No.) by decision dated 08.03.90.
Entry Type 10.1 Staff ID. TH2 Auth ID. EPT

29.04.1994 Notification from EPO of change of Applicant/Proprietor details
from
TELEFUNKEN FERNSEH UND RUNDFUNK GMBH, Göttinger Chaussee 76, D-3000
Hannover 91, Federal Republic of Germany [ADP No. 50871573001]
to
TELEFUNKEN FERNSEH UND RUNDFUNK GMBH, Göttinger Chaussee 76,
D-30453 Hannover, Federal Republic of Germany [ADP No. 50871573001]
Entry Type 25.14 Staff ID. RD06 Auth ID. EPT

03.05.1994 FILE RAISED.

Entry Type 10.1 Staff ID. DD1 Auth ID. AA

**** END OF REGISTER ENTRY ****

OA80-01
EP

OPTICS - PATENTS

15/09/94 14:11:36
PAGE: 1

RENEWAL DETAILS

PUBLICATION NUMBER

EP0293464

PROPRIETOR(S)

changed see (b)
TELEFUNKEN Fernseh und Rundfunk GmbH, Göttinger Chaussee 76,
D-30453 Hannover, Federal Republic of Germany

DATE FILED

21.12.1987

DATE GRANTED

01.06.1994

DATE NEXT RENEWAL DUE

21.12.1994

DATE NOT IN FORCE

DATE OF LAST RENEWAL

YEAR OF LAST RENEWAL

00

STATUS

PATENT IN FORCE

(19) European Patent Office (11) Publication No.
0 293 464 B1

(12) EUROPEAN PATENT SPECIFICATION

(45) Publication date of the patent specification: 01.06.94 (51) Int. Cl.⁵:
H 03 J 7/18,
H 04 H 1/00,

(21) Application number: 88900888.4

(22) Application date: 21.12.87

(66) International application number: PCT/EP87/00814

(87) International publication number: WO 88/04862
(30.06.88 88/14)
Associated with 87118961.9/0275527
(European Application No./Publication No.
by decision of 08.03.90.

(54) A process for the transmission and/or receiving-end analysis of additional information items within a broadcast signal.

(30) Priority: 19.12.86 DE 3643617
31.07.87 DE 3725487
05.06.87 DE 3718845

(43) Publication date of the application: 07.12.88
Patent Journal: 88/49

(45) Announcement of the notice of grant of the patent: 01.06.94 Patent Journal: 94/22

(84) Designated convention states:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

(56) Citations:

DE-A- 3 034 155
DE-A- 3 222 025
DE-A- 3 432 848
DE-A- 3 448 043

(73) Patentee: TELEFUNKEN Fernseh und Rundfunk GmbH
Göttinger Chasussee 76
D-30453 Hannover (DE)

(72) Inventor: EINSEL, Robert
Petersburgstrasse 28
D-3100 Celle (DE)
Inventor: SCHARN, Günter
Süllbergstrasse 18
D-3257 Bennigsen (DE)
Inventor: SCHWAIGER, Karl-Heinz
Margaretenanger 16
D-8044 Lohhof (DE)

N.B. Within nine months after the announcement of notice of grant of the European patent, anyone may file an opposition to the granted European patent at the European Patent Office. The opposition is to be filed in writing and substantiated. The filing is valid only when the opposition fee has been paid. (Art. 99(1) of the European Patent Convention).

Rundfunktechnische Mitteilungen, Vol. 30, No. 3, May/June
1986, (Munich DE), J. Mielke et al: "Radio-Data-System-RDS -
Present State of Development and Test Results", p. 101-108.

European Broadcasting Union, Tech. 3244-E, March 1984,
(Brussels, BE), "Specifications of the radio data system RDS
for VHF/FM sound broadcasting", pages 1-59.

The invention relates to a process according to the preamble of Claim 1.

A process of the type described in the introduction has been disclosed in the document DE-C-34 32 848, wherein it has been proposed that a sequence of lists of alternative frequencies be emitted from all the transmitters of a group of transmitters, where each of these lists is provided at its start with the operating frequency of the transmitter assigned to the respective list, to enable the appropriate list, optimized in respect of the received transmitter, to be selected from the sequence of lists.

However, a prerequisite for the reliable reception of such a sequence of lists is the correct reception of the start of each list, which in the following will be referred to as "header", with the operating frequency of the transmitter assigned to the respective list. If this is not the case - for example due to disturbances caused by multipath reception - the alternative frequencies which follow the header of each list cannot be utilized at the receiving end, not even if they are correctly received, as a correct correlation with the respective operating frequency cannot be obtained.

Therefore it has also already been proposed (Blaupunkt-Werke GmbH, Hildesheim) that all the alternative frequencies of a chain of transmitters - which can comprise a plurality of groups of transmitters (e.g. north Germany and South Germany) - be transmitted in the form of a matrix, where for each transmitter the associated alternative frequencies are grouped as matrix neighbours within the matrix. This so-called "matrix process" has the disadvantage, however, that due to the grouping rule neighbours which in reality do not constitute alternative frequencies in the above defined sense can be unavoidable, with the result that at the

receiving end corresponding mistuning to such neighbours can arise. Additionally, the creation and modification of a matrix are extremely complicated and in some cases the reallocation of a transmitting frequency which has become free could be impossible solely because an existing matrix does not permit such a modification.

In the radio data system (RDS) specified in the technical document Doc. Techn. No. 3244 of the European Broadcasting Union, which will be referred to in the following as "EBU Document", the transmission of additional information items, e.g. the transmission of alternative frequencies (AF code), in particular in the form of alternative frequencies assembled in a list, as the contents of a data stream modulated onto a 57 kHz auxiliary carrier, is provided. This information is of interest both in the case of mobile reception (e.g. in the case of car radios) - for example on leaving the broadcasting range of a transmitter - and also in the case of stationary reception - for example in the event of the breakdown or malfunctioning of a transmitter. When suitably designed receivers with memories are provided, such lists can be stored and thus the time required to set the receiver at the respective optimal frequency of this list (e.g. in accordance with optimal receiving conditions) can be reduced.

The RDS data signal also includes a so-called item of programme-identification information (PI code); directly with the aid of the AF code and indirectly with the aid of the PI code it is possible to determine those alternative transmitting frequencies on which the programme signal of the instantaneous receiving frequency can likewise be received.

The receiving-end analysis of the alternative transmitting frequencies can be carried out in such manner that the

receiver is temporarily set consecutively at the alternative frequencies for each alternative frequency. Then the received field strengths of the alternative frequencies and of the instantaneous receiving frequency are compared with one another, where that frequency which supplies the highest measured received field strength (this can naturally also be the previously set receiving frequency) is selected and set as new receiving frequency.

Here the problem arises, however, that there are situations in which the measurement of the received field strength - in particular in the case of multipath reception - does not offer a reliable quality statement concerning the reception. In the case of multipath reception, the reception disturbances caused by signal breaks are a function of alternative routing, the instantaneous signal modulation (which is determined by the type of programme - for example classical music or pop music) and in the case of mobile reception upon the vehicle speed. A received signal which is disturbed by multipath reception can, despite a relatively high received field strength between the signal breaks, nevertheless be subjectively experienced as subject to extreme interference, whereas a received signal which is disturbed only by noise can be experienced as substantially better.

As a result, the described selection of the best possible reception of a selected programme signal can lead to continuous impairment of the reception by multipath reception disturbances. It is not possible to substantially change this undesired result by - possibly with the assistance of a second tuner in the receiver - tuning to the alternative frequencies over a relatively longer measurement period and integrating the measured received field strengths, as even in the case of such integration the received signals disturbed by multipath reception generally

also possess a higher average receiving field strength than those received signals which are disturbed only by noise.

However, such disturbances can impair not only the programme signal. The additional information items, transmitted for example in the RDS data stream, can also be affected so that at the receiving end in some cases either excessively long waiting times can occur until correctly received items of RDS information are available again or misinterpretations can arise. In general this has a particularly negative effect in the case of data whose repetition cycle in the data stream is relatively long.

A further problem relating to the programme signal quality has its origins in the transmitter network structure in some lands, in particular in those lands with mutually overlapping transmitter networks. As the digital information centrally transmitted from a main transmitter, for example a list of alternative frequencies, is inappropriate in some cases for the subsidiary transmitter (e.g. converter) fed by ball reception from the main transmitter, following the ball receiver it would have to be filtered out and replaced by the list appropriate for the respective subsidiary transmitter. This filtering out and refeeding-in is associated with an increased outlay. To this must be added the fact that the filtering out also impairs the quality of the programme signal.

By way of contrast, the aim of the invention is to improve upon the reception quality in the processes of the type described in the introduction.

This aim is fulfilled, in accordance with the invention, by the features described in Claim 1.

The invention is based on the recognition that the reception quality can be improved on the one hand in that the alternative frequencies are transmitted in such manner that at the receiving end they can be assigned more reliably to the respective transmitter operating frequencies. This has the advantage that the receiver can then when necessary be tuned more rapidly to an alternative frequency offering improved reception. This even applies when the receiver is to possess only a small storage capacity.

In accordance with a further development of the invention, the reception quality can be improved in that not or at any rate not exclusively the received field strength, but acoustic and/or programme signal distortions are used to assess the reception quality. This has the advantage that those alternative frequencies which only "apparently" - namely because of a higher received field strength - offer improved reception but in reality are experienced by the user as worse, can be rejected at the receiving end.

If the additional data items transmitted within the broadcast signal occur, as in the case of the RDS data signal, in the form of digital information items, the bit errors in the RDS data signal can be used as a gauge of the programme signal distortions. Thus it has proved that the bit errors in the RDS data signal correlate relatively accurately with the programme signal distortions, although the programme signal is transmitted in the base band from 0 to 53 kHz and the RDS data signal is transmitted on a 57 kHz carrier with a tolerance of a minimum of -1.2 kHz.

Because of this correlation, in a further development of the invention it is possible to utilize the fact that disturbances caused by multipath reception or interference give rise to bit errors in the RDS data signal occurring in the form of bursts, whereas disturbances caused by noise

result in uniformly distributed bit errors. The degree of all the disturbances can be derived from the block error rate, which latter can be determined entirely independently of the data contents.

On this basis, for an optimal selection of the frequency which facilitates the best instantaneous reception, a tuner of the receiver is tuned consecutively to the alternative frequencies and to the set receiving frequency at intervals of time. In a somewhat better appointed receiver design, for an optimal selection of the frequency which facilitates the best instantaneous reception, a second tuner of the receiver is provided which is tuned consecutively to the alternative frequencies and to the set receiving frequency of the first tuner at intervals of for example at least 2 seconds.

During these tuning intervals - which in the case of the receiver design comprising two tuners are relatively long - the bit errors are determined for the entire received RDS data signal (which in addition to the alternative frequencies contains a large number of further items of information). Then the bit error distributions and block error rates determined for each alternative frequency and for the instantaneous receiving frequency are analyzed as follows:

If all the checked frequencies comprise bit errors distributed only in the form of bursts or only uniformly, which is synonymous with the fact that received signal disturbances due to multipath reception, interference or noise occur at all frequencies, the associated block error rates are compared with one another, and the frequency with the lowest block error rate is selected as optimal receiving frequency. The tuner of the receiver - or in the case of the receiver comprising two tuners the first tuner - is then

tuned to this selected frequency, unless the already set receiving frequency is identical to the selected frequency.

In the event that the checked frequencies exhibit different disturbances, thus bit errors caused by noise and bit errors caused by multipath reception, firstly those frequencies which are disturbed substantially by noise and not by multipath reception, i.e. those which exhibit substantially uniformly distributed errors, are preselected. To eliminate signals severely disturbed by noise, it is possible to preselect only those frequencies for whose RDS data signal a maximum permissible block error rate is not exceeded. Then the preselected frequencies are compared with one another in respect of their set block error rate, and again the frequency with the lowest block error rate is selected as optimal receiving frequency.

The above described selection of the optimal frequency can be effected with a sufficiently long measurement interval in respect of each alternative transmitting frequency without taking into consideration the respective received field strength. Especially in the case of shorter measurement intervals, it is additionally possible to use the received field strength for the selection, in which case the weighting between received field strength on the one hand and signal distortions on the other hand can be empirically determined.

The alternative frequencies can be determined with the aid of the PI code or the AF code or using and possibly supplementing - in the case of ambiguities or incomplete transmission - both codes. The PI code identifies frequencies at which the same programme signal can be received. By comparing the PI code during the transmitter search run, a clearly defined correlation between the instantaneous receiving frequency and its alternative

frequencies can be obtained. This correlation can be directly discovered from the AF code. If the AF code is not transmitted in the RDS data signal or if the AF code is defective, the alternative frequencies can therefore also be derived from or supplemented from the PI code.

With the aid of the process according to the invention it is possible to realise, for the first time, the advantages which were the object of the introduction of the RDS system and the alternative frequencies comprised therein, and which consist in continuously optimal reception by broadcast receivers (both mobile and stationary broadcast receivers) by virtue of an entirely novel concept of determining the optimal reception quality. With the assistance of the RDS data signal, the problems of the multipath reception of the useful signal can be substantially reduced in a surprising fashion.

In the process according to the invention it is provided that in the sequence of individual lists which are contained in the digital information items of the RDS data stream and which themselves contain alternative frequencies assigned to the respective transmitters of a chain of transmitters or optimized in respect of these transmitters, the operating frequency of the associated transmitter provided in or for each list be transmitted not only at the start of the list, but additionally prior to each individual alternative frequency of the respective list, so that each alternative frequency is "addressed" with the operating frequency. Thus each list consists of a sequence of digital information blocks, each block consisting of two items of information. One of these items of information of each block is (apart from very special exceptions) the operating frequency of the transmitter assigned to the respective list. If, therefore, a part of the list is incorrectly transmitted or received, because of their pairing with the operating frequency the

correctly received alternative frequencies can be clearly assigned to the associated transmitter and filed in its list at the receiving end. As, in a considered list, it is improbable that the same information block is always disturbed, from two or three consecutively received, disturbed lists of the same transmitter it is possible to store the complete list at the receiving end.

Compared to the process according to DE-C-34 32 848, the above explained pairing of each alternative frequency with the operating frequency of the transmitter assigned to the list doubles the number of items of frequency information to be transmitted in respect of each list, with the result that the cycle time for each sequence of lists is increased accordingly. Therefore it could be assumed that the reception probability and reliability in the case of such an extended cycle time is impaired rather than improved. In fact it is maintained that an advantage of the matrix process mentioned in the introduction compared to the list process according to DE-C-34 32 848 resides in the shorter cycle time of a matrix compared to a sequence of individual lists, and improved reliability of reception is deduced therefrom.

It must therefore be surprising to the technical world that despite the substantial increase in the cycle time of the sequence of lists transmitted in accordance with the invention, the reliability of reception is decisively better than in the case of the matrix process and the list process of the type defined. The reason for this surprising advantage, which could not be predicted, consists in that due to the described addressing of each alternative frequency with the operating frequency, even in the case of extremely poor reception conditions a reliable assignment of the correctly received alternative frequencies is still possible, which is not the case with the two other

processes, so that their shorter cycle time is of no advantage in such reception situations.

Further features, advantages and particulars of the invention will be explained in detail in the following in the form of three exemplary embodiments making reference to the drawings. In the drawings:

Figure 1 is a schematic illustration of the sequence of lists of alternative frequencies emitted by each transmitter of a chain of transmitters in accordance with a first exemplary embodiment of the invention;

Figure 2 is a block circuit diagram of a receiver for a process according to a second exemplary embodiment of the invention;

Figure 3 is a block circuit diagram of a receiver for a process according to a third exemplary embodiment of the invention.

Figure 1 schematically illustrates a system of alternative lists which is transmitted as additional information of a broadcasting transmitter. The example considered here is based on a broadcast signal into which an auxiliary carrier of 57 kHz is inserted. The auxiliary carrier can comprise an amplitude modulation containing a traffic radio code. By way of modulation or further modulation, a data signal coded in a specified manner (not of interest here) is impressed upon the auxiliary carrier. This data signal is transmitted in an identical form by all the transmitters of a chain of transmitters with the same programme, for example by all the transmitters of the "Bavaria 3" chain of transmitters in the service area of the Bavarian Broadcasting Corporation (abbreviated to BR). The data signal transmitted in an identical fashion contains i.a. a sequence of lists of alternative frequencies for all the transmitters of the

chain of transmitters, in the illustrated example the list of Transmitter No. 1, the list of Transmitter No. 2, the list of Transmitter No. 3, up to the list of Transmitter No. 29 in the case of a chain of transmitters comprising 29 transmitters. Each list is especially adapted to the respective transmitter and contains the alternative frequencies provided for this transmitter, thus the frequencies of those transmitters which can be alternatively received on the same programme in the reception area of the respective transmitter. For example, in the Munich area the programme "Bavaria 3" can be received alternatively from the "Wendelstein" transmitter or the "Ismaning" transmitter. If the receiver is tuned to the Wendelstein transmitter, in the event of an impairment of reception, for example due to multipath reception, by virtue of its knowledge of the alternative, Ismaning, the receiver can be temporarily tuned to the Ismaning receiver and check the latter's received field strength; if the latter is better, a switch-over is made to the Ismaning transmitter, this checking procedure being virtually inaudible to the listener.

Each list consists of a sequence of digital information blocks which are indicated in Figure 1 as horizontal lines within the list. Each information block consists of a pair of information items, as indicated by the vertical division of the list into a left-hand and a right-hand half. The first block of each list, referred to as "header", contains, in the left-hand half of the block, the number of alternative frequencies within the respective list. In the case of the list of Transmitter No. 1 with four alternative frequencies, the header contains the number #4, whereas in the case of the list of Transmitter No. 29 with seven alternative frequencies the header contains the number #7. In the right-hand half of the block the header of each list contains the operating frequency of the transmitter assigned to the list. In the case of the list of Transmitter No. 1

with the operating frequency 98.5 MHz, the frequency information 98.5 MHz is contained in the right-hand half of the header. In the case of the list of Transmitter No. 29 with the operating frequency 97.9 MHz, the frequency information "97.9 MHz" is transmitted in the header.

As regards the positioning of the operating frequency of a transmitter at the start of an assigned list of alternative frequencies, this is identical to the process according to DE-C-34 32 848. If, additionally, a block allocation as provided in the EBU document for the transmission format of alternative frequencies (group of type OA) were used, two alternative frequencies would be transmitted in the blocks of each list following the header, so that in the case of List No. 1 with four alternative frequencies the header would be followed by two blocks with $2 \times 2 = 4$ alternative frequencies.

By way of comparison, in the present exemplary embodiment according to the invention the operating frequency assigned to the list, together with an alternative frequency, is transmitted in each block following the header. These pairs thus contain the operating frequency as address for the respective alternative frequency, which has the aforementioned advantage that the reliability of reception is drastically increased although the number of blocks which are required in respect of each list and which follow the header is doubled.

In the case of the list of Transmitter No. 1, following the header instead of two blocks, as in the case of the above-mentioned combination of the EBU document and DE-C-34 32 848, it is now necessary to transmit four blocks, leading to a corresponding increase in the transmission time for the sequence of 29 considered lists. As this transmission time is equal to the cycle time of each sequence of lists, it

could be believed that due to this increase in the cycle time the reception reliability is impaired in the event of transmission disturbances. As already stated, this supposition is, however, incorrect and the surprising effect should be noted that in the case of the process according to the invention, in accordance with this exemplary embodiment in spite of an increase in the cycle time the reliability of reception is distinctly improved compared to the list process and the matrix process.

In the case of transmitters whose operating frequency does not fall in the 100 kHz frequency allocation scheme, but falls inbetween (so-called offset frequencies), for example at 92.85 MHz, not the operating frequency, but a special item of information, a so-called "filler code" corresponding to the European Broadcasting Union document mentioned in the introduction is transmitted in the header of the respective list. In the following block firstly the offset frequency, e.g. "92.85 MHz" and then the "quasi-operating frequency", for example "92.8 MHz" is transmitted. This quasi-operating frequency is transmitted in first position in the following blocks as address for the alternative frequencies.

A further deviation from the transmission rule for the individual lists illustrated in the drawing occurs if one of the alternative frequencies is an offset frequency. In this case, in place of the operating frequency the offset frequency of the alternative frequency, together with the "quasi-alternative frequency" which corresponds to the 100 kHz frequency allocation scheme, is transmitted in the corresponding block.

To identify alternative frequencies of those transmitters which in the case of regional programmes are excluded from the assigned chain of transmitters for a certain period of a transmission day or a transmission week, for example

transmitters which from 6.00 to 12.00 hours transmit the programme "Bavaria 3", from 12.00 to 13.30 hours transmit the regional programme "News from Schwaben" and from 13.30 to 24.00 hours again transmit the programme "Bavaria 3", it can be favourable to interchange the sequence of operating frequency and alternative frequency in the assigned block, thus firstly to transmit the alternative frequency and then the address "operating frequency" in the block.

Each list is specially adapted to the respective transmitter and, in accordance with the agreement within the European Broadcasting Union, contains a maximum of 25 frequencies, although usually substantially fewer. The operating frequency of the associated transmitter occurs at the beginning of each list, i.e. in the case of the list of transmitter No. 1 the operating frequency of Transmitter No. 1, e.g. 98.5 MHz, occurs at the start. As mentioned, the represented sequence of 29 lists is transmitted as data signal from each transmitter of the transmitter chains data signal.

The receiver receives and decodes the transmitted data signal, i.e. the sequence of lists of alternative frequencies. In order to select from the received sequence of lists that list which is valid for the instantaneously tuned transmitter, the receiver merely needs to compare the first frequency of each list with the instantaneous tuning frequency, which can be carried out in an extremely short length of time even in the case of 29 lists. This selection can either take place in on-line operation or in off-line operation, i.e. without or with intermediate storage of the received sequence of lists. In a preferred exemplary embodiment the selected list is always stored.

In the processing of the received and optionally intermediately stored sequence of lists, the receiver

selects that list whose first frequency (equivalent to the operating frequency of the assigned transmitter) is identical to the instantaneous tuning frequency. If the first frequency of a plurality of lists is identical to the set operating frequency, all these lists must be selected. Only the selected list(s) is(are) used for the following optimization of the tuning.

This tuning procedure is carried out either by means of an appropriate command from the listener or automatically, if for example the instantaneously received transmitter is no longer worth receiving. In the tuning procedure the receiver is automatically tuned to the alternative frequencies listed in the selected list(s) and selects that alternative frequency which offers the best possible reception. With the aid of the transmitted data signal RDS, even in the case of transmitter chains comprising more than the specified maximum number of alternative frequencies, a rapid optimization of the tuning of mobile receivers can be effected without the need for the filtering out and refeeding-in of frequency lists at the location of subsidiary transmitters.

Figure 2 is a block circuit diagram of a receiver for a process according to a second exemplary embodiment of the invention. Here reference will be made to the system described in association with Figure 1.

The broadcast signals containing additional data items and received with an antenna 1 are fed on the one hand to a tuner 2 and on the other hand to a tuner 3. The tuner 2 is part of a broadcast receiving device with an intermediate frequency amplifier 4 for the intermediate frequency supplied by the tuner, and with a demodulator 5 for the recovery of the low-frequency signals, and with an amplifier 6 for the low-frequency signals, and with a

loudspeaker 7 for the acoustic reproduction. The signal path, e.g. the output of the tuner 2, is connected to a circuit 10 for the selection of the 57 kHz carrier which is connected to a circuit 11 for the recovery of the data items. The data items are fed to a store 12. The alternative frequencies (AF) of the operating frequency transmitter received by the tuner 2 are continuously fed into this store 12.

The tuner 3 serves to continuously scan the frequency ranges which can be received by the tuner 2. Its high- or intermediate-frequency outputs signals are likewise supplied to the store 12. The frequencies scanned by the tuner 3 are continuously compared with the corresponding stored frequencies in order to provide a gauge of the transmitter which instantaneously can be best received. The frequency in each case to be set by the tuner 3 is determined by the store 12 by means of a microprocessor 13 via a line 14 and the tuner 3 is tuned accordingly.

A circuit 15 serves to measure the field strength of the respective received transmitter. As soon as the field strength measurement indicates that the signals of another transmitter possess a greater field strength than the operating frequency transmitter set by the tuner 2, the tuner 2 is switched over via a line 16 to the transmitter with the instantaneously greater field strength.

In the case of the circuit thus far described it is possible that due to interferences, e.g. those caused by reflections, distortions may occur in the acoustically reproduced audio signal. Such interferences generally arise in the vicinity of very powerful transmitters. Furthermore, due to a strong field strength at the instantaneous reception location, overloading of the receiver can occur, leading to distortion of the acoustic reproduction.

In known processes, for example according to DE-C 34 48 043, following the selection of a transmitter, fully automatic tuning is facilitated, without the assistance of the user, to that transmitter transmitting the same programme which can be better received, i.e. supplies the greatest field strength, at the instantaneous reception location.

For this purpose each transmitter will transmit not only its own list, but sequentially also the lists of all the other transmitters of the same chain of transmitters, where the operating frequencies of the individual transmitters in each case occur at the start of the individual lists. Thus, following the reception of all the lists, on the basis of its instantaneous tuning frequency the receiver can select the list associated with the instantaneously set transmitter by comparing the tuning frequency with the first frequency of each list within the sequence of lists. The receiver also recognises the alternative frequencies on which it can continue to receive the same programme on leaving the service area of the instantaneously set transmitter, without the need to check the alternative frequencies of the other lists. In this way switch-over to a different transmitter of the same chain of transmitters can generally be effected very rapidly.

However, precisely in the case of the reception of transmitters with a strong occurring field strength, the acoustic reproduction can be distorted. This can be due, for example, to overloading as a result of too strong a received field strength or interference phenomena caused by reflection.

In the present exemplary embodiment according to the invention it is therefore provided that a transmitter setting be facilitated with retention of the automatic switch-over to other transmitters transmitting the same

programme, where acoustic distortions in the reproduction are substantially avoided or reduced.

In the microprocessor 13 a switch 17 produces a switching state wherein not the strongest transmitter, but a weaker transmitter, in particular the second strongest transmitter, is used for the comparison with the respective set operating frequency transmitter.

By virtue of an additional design feature of the switch 17 as resetting key it is provided that the setting of the device to transmitters less powerful than the instantaneously greatest field strength can be cancelled if the local zone or interference zone of the transmitter is left. A multiple switching procedure is thus easily possible. The effect of the switch 17 upon the microprocessor 13 can also be contrived to be such that by briefly touching the switch 17 several times all the transmitters can be set consecutively with reducing field strength in accordance with the stored alternative list. By longer operation of the switch 17, for example for several seconds, the resetting process can be triggered.

In accordance with Figure 2 the tuner 3 can possess a different design to the tuner 2, as its actual function is merely to scan the frequency band to check for possibly stronger transmitters. Thus signal quality is not to be achieved.

In the case of the use of only one tuner it is also possible to switch over the field strength in the described manner, where however transmitters with lower field strengths can be received by the user during the interrogation process.

In a third exemplary embodiment of the invention, Figure 3 illustrates a modification of the circuit shown in Figure 2,

wherein two equivalent tuners 2 and 3 are connected into two separate groups of receivers A, B, each of which supply a LF output signal NF_A , NF_B to a LF switch 18 which in each case passes on one of the two signals to the LF amplifier 6 and loudspeaker 7. From the tuner 2 the data signals (e.g. from the RDS data stream) are selected by means of the selection circuit 10, 11 and supplied to the store 12 with the microprocessor 13. From the tuner 3 the data signals are likewise selected and supplied to the store 12 with the microprocessor 13. The tuner 2 is tunable by manual and arbitrary input. The tuner 3 is interrogated by the store 12 and microprocessor 13 via the line 14 in accordance with the stored alternative list.

The recognition of the respective transmitter with the greatest field strength takes place in the circuit 15 by comparing the received signals of the tuner 2 and the tuner 3. In the event that the transmitter with the field strength to be received in optimal fashion is not set with the tuner 2, the tuner 3 takes over this transmitter with the greatest field strength, and its LF output signal NF_B is applied via the switch 18 to the LF amplifier 6 and loudspeaker 7.

In this switching state the tuner 2 is interrogated via the line 20 by the microprocessor 12/13 in accordance with the frequencies stored in the alternative lists.

The LF signals NF_A and NF_B are fed to a circuit 19 for comparison of the modulation of the two signals. In this modulation comparison circuit the modulation content of the transmitter set with the greatest field strength is compared with the modulation content of the transmitters selected from the alternative list. Expediently this comparison takes place with the respective second strongest transmitter from the list.

The comparison can take place by direct comparison of the time behaviour of the low-frequency voltage or by comparing the envelope curves of the two LF signals. If, due to the effect of reflections, the transmitter with the greater field strength exhibits modulation breaks or modulation drops and clipping of the LF due to overmodulation, the switch 18 is automatically switched over by the microprocessor 12/13 to the second strongest transmitter so that the distortions are not noticeable to the user. If the two signals are identical, the transmitter with the respective greater field strength remains connected. As a consequence the switch 18 can be continuously switched over from the currently operative receiver A, B to the respective other receiver B, A in dependence upon the control of the microprocessor. Only in the case of manual or other input by the user, is the tuner 2 again firstly entitled to continue to be subjected to the automatic, RDS-controlled mode of operation.

Claims

1. A process for the transmission of items of digital information within a broadcast signal as tuning aid in the broadcast reception, wherein the items of digital information contain a sequence of individual lists of alternative frequencies assigned to the respective transmitters of a chain of transmitters or optimized in respect of these respective transmitters, characterised in that in the transmission of each list as a sequence of digital blocks with in each case two items of digital information per block, generally
 - a) in the first block of each individual list an item of information relating to the number of the alternative frequencies of the respective list and the operating frequency of the transmitter assigned to the respective list and
 - b) in the remaining blocks of each individual list the respective operating frequency of the transmitter assigned to the respective list and the alternative frequency
are transmitted.
2. A process as claimed in Claim 1, characterised in that at the receiving end the operating frequency transmitted in the first block and/or in the remaining blocks of each list is used to assign the alternative frequencies to the respective chain of transmitters in terms of clearly defined, disturbance-free addressing.
3. A process as claimed in Claim 1 or 2, characterised in that of the received alternative frequencies of all the lists of frequencies, only those alternative frequencies whose respective assigned operating frequency is identical to the instantaneously set receiving frequency of the broadcast receiver are stored and/or used for the tuning.
4. A process as claimed in one of Claims 1 to 3, characterised in that in the remaining blocks the operating

frequency precedes or follows the respective alternative frequency.

5. A process as claimed in one of Claims 1 to 4, characterised in that the received items of digital information are subjected to error correction and that an addressing of the alternative frequencies, carried out in accordance with the error-corrected items of digital information, is performed on the basis of the transmitter operating frequency transmitted - optionally several times - in or with each list.

6. A process as claimed in Claim 5, characterised in that bit errors detected in the received items of digital information are used for quality evaluation alone or in addition to the receiving field strength.

7. A process as claimed in Claim 6, characterised in that the bit errors are used to evaluate programme signal distortions inasmuch as

- a) disturbances due to multipath reception or interference are present in the case of bit errors occurring in the form of bursts;
- b) disturbances due to noise are present in the case of uniformly distributed errors;
- c) the degree of all the disturbances is deduced from the block error rate of the RDS (radio-data-system) data signal structured in blocks,

and wherein the following selection decisions are deduced from the bit errors determined for each alternative transmitting frequency and for the instantaneous receiving frequency:

- d) if all the checked frequencies exhibit bit errors which substantially are distributed only in the form of bursts or only uniformly, they are compared with one another in respect of their block error rate, where the frequency with the lowest block error rate is selected for the receiver tuning;

- e) if the checked frequencies exhibit different bit error distributions, initially those frequencies which exhibit substantially only uniformly distributed bit errors are preselected - optionally in dependence upon the fact that at these frequencies a specified, maximum permissible block error rate is not exceeded - whereupon the preselected frequencies are compared with one another in respect of their block error rate, where the preselected frequency with the lowest block error rate is selected for the receiver tuning.
8. A process as claimed in one of Claims 1 to 7, characterised in that at the receiving end the alternative frequency which offers the instantaneously best possible reception is checked to determine whether it permits an acoustically acceptable reproduction, and that in the event that the checked alternative frequency only permits an acoustically distorted reproduction, a different alternative frequency is selected.
9. A process as claimed in Claim 8, characterised in that manually adjustable means are used to select a different alternative frequency.
10. A process as claimed in Claim 8 or 9, characterised in that means adjustable by a signal are used to select a different alternative frequency, where the said signal - optionally also differently weighted - is derived both from the comparison of received field strengths and also from the comparison of low-frequency distortions assigned to the field strengths.
11. A process as claimed in one of Claims 1 to 10, characterised in that at the receiving end the alternative frequencies are determined by analyzing a code for the programme identification (PI code) contained in the digital RDS data signal, where the receiving end executes a transmitter search run and the PI codes of the RDS data signals received on the individual transmitter frequencies are compared with the effect that identical PI codes

identify those frequencies on which the same programme signal can be received.

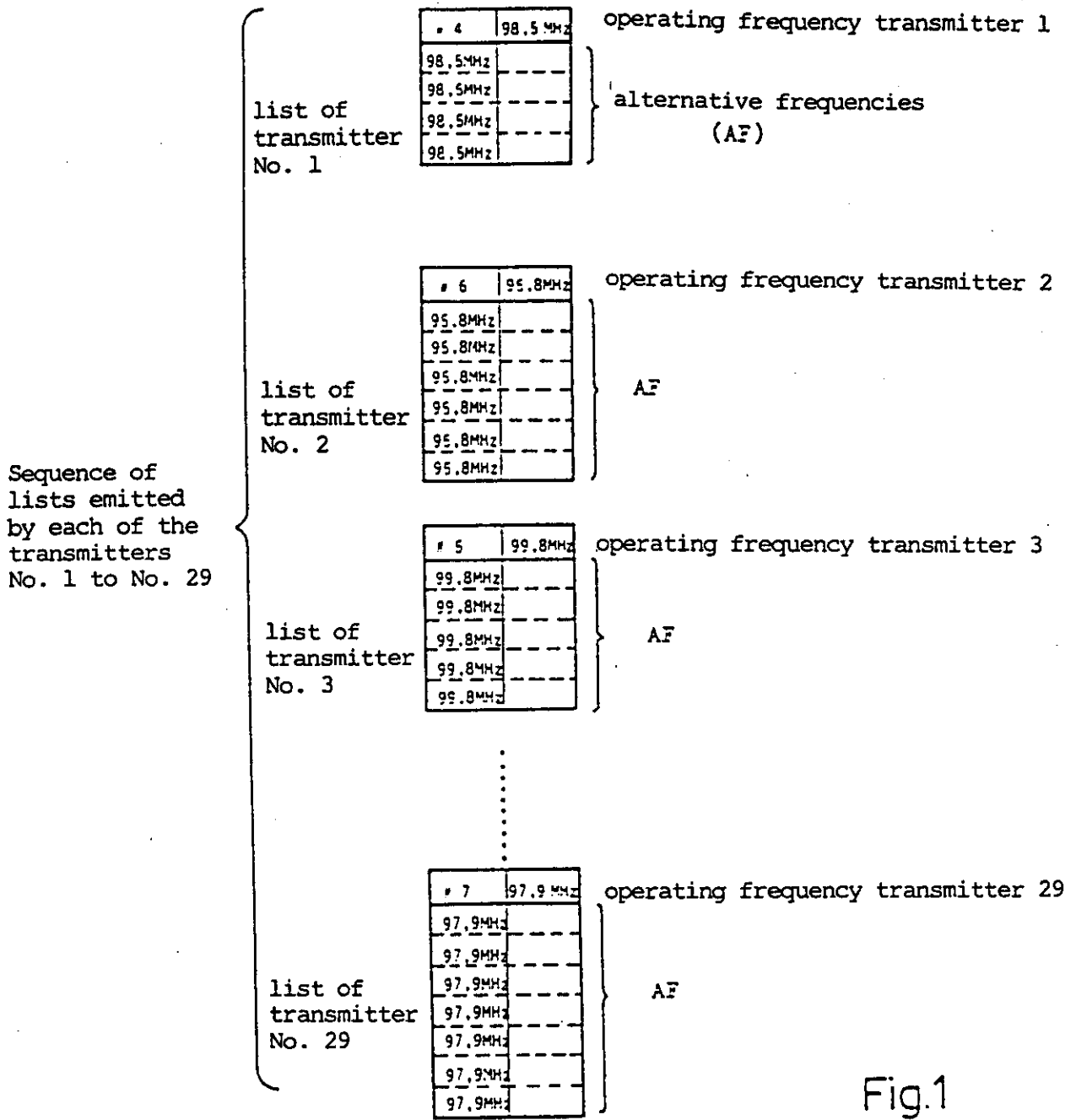


Fig.1

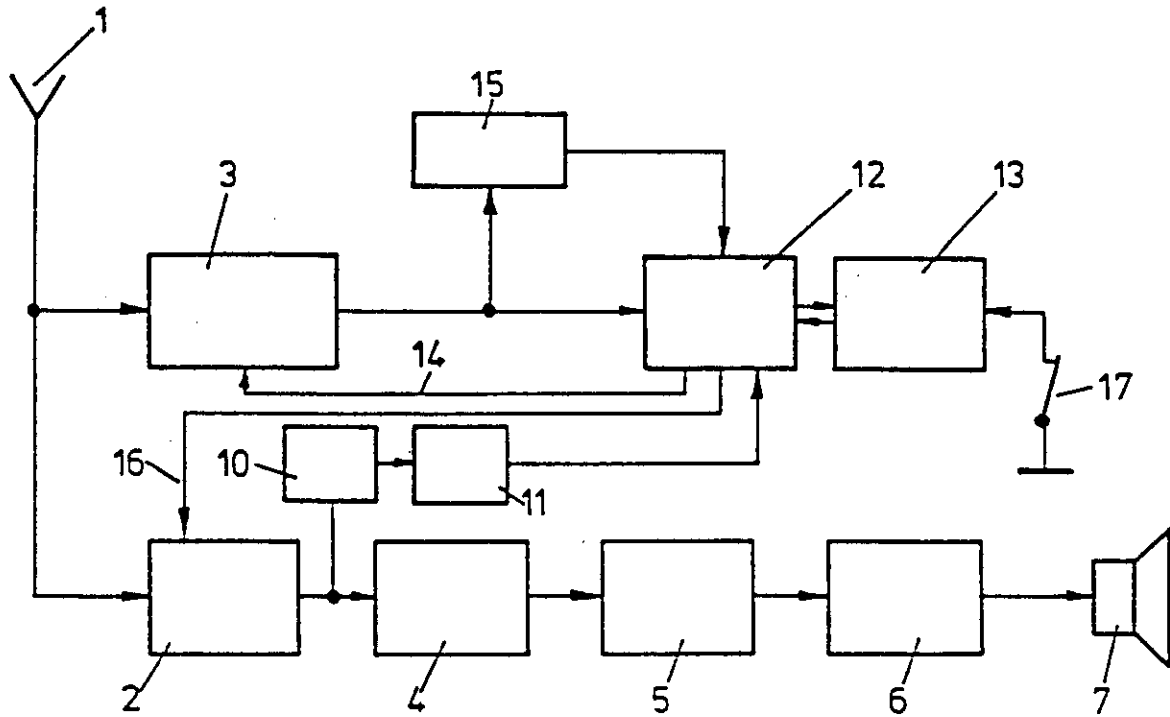


Fig.2

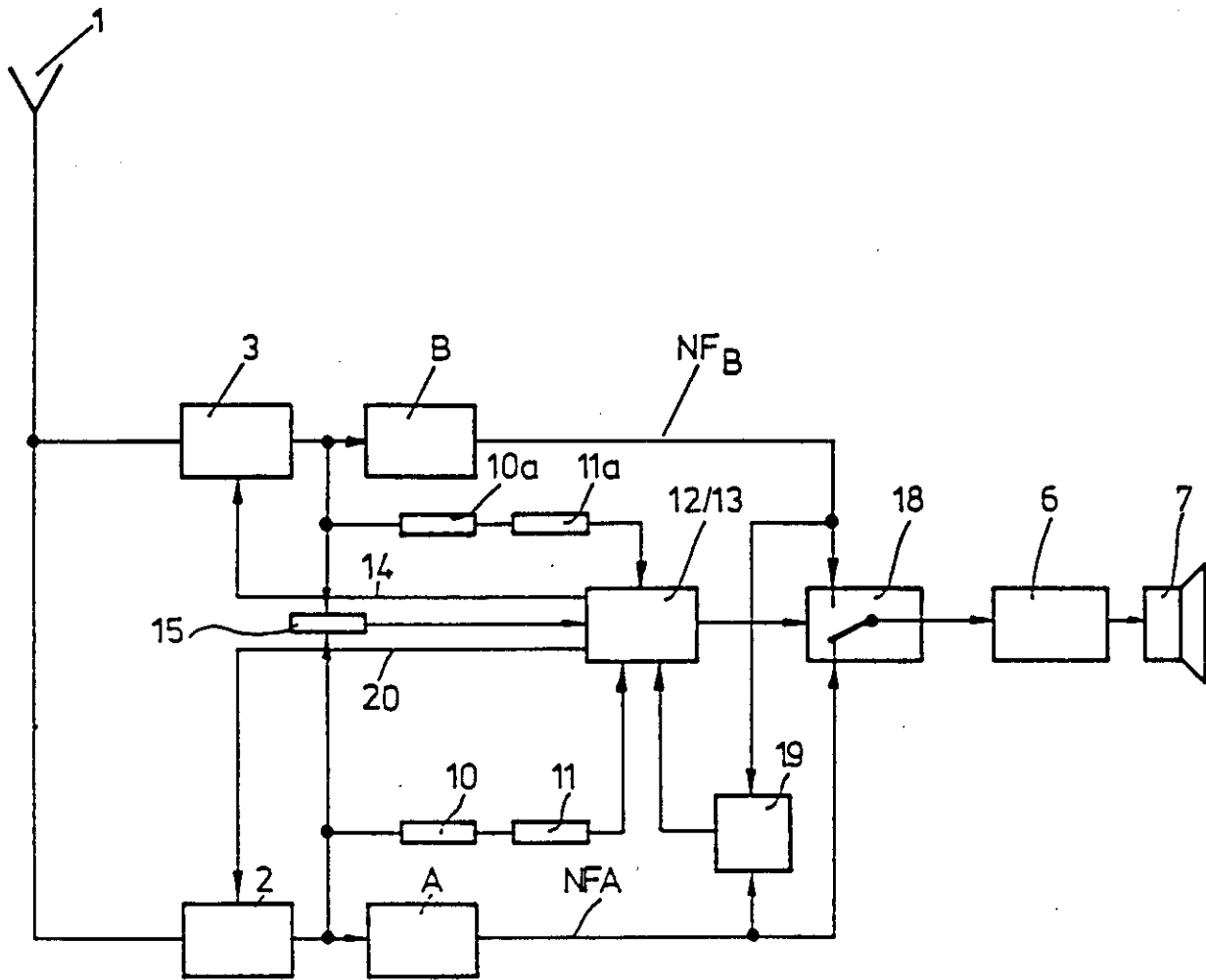


Fig. 3